

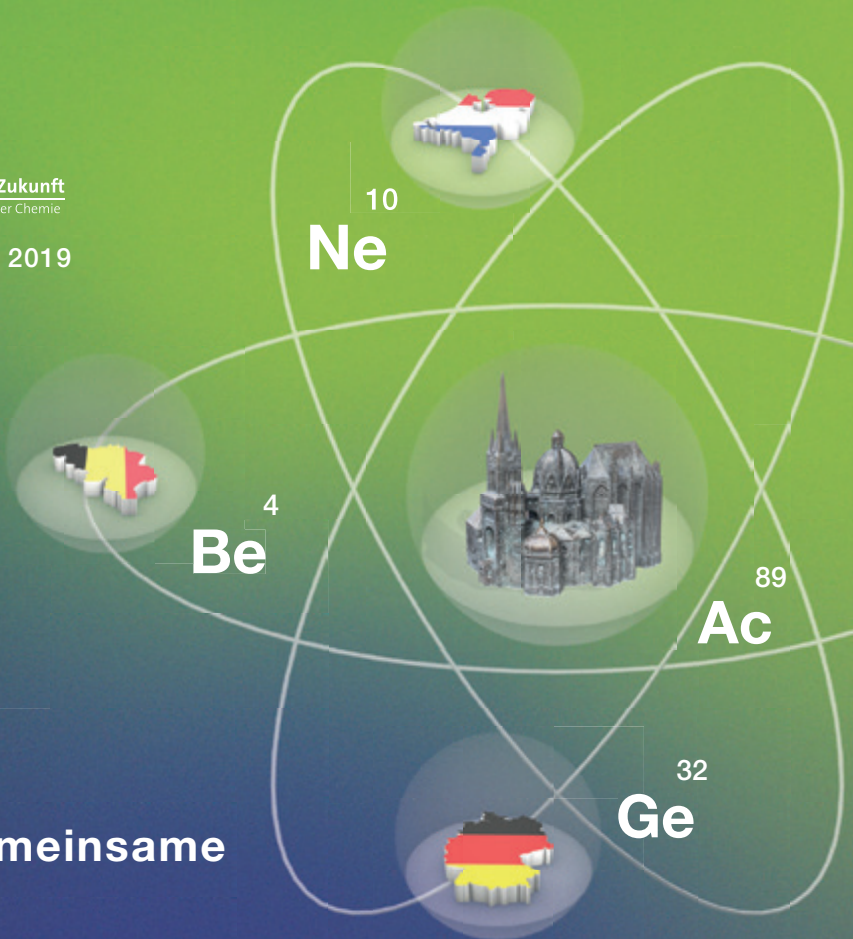
15. – 18. September 2019  
Aachen



19. September 2019  
Aachen

2019  
**C**  
Chemie

– das gemeinsame  
Element



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



Fachgruppe Lackchemie

## 82. Lacktagung

4.0 – Alles im Lack?

12.–14. September 2018  
Bayreuth

im  
ARVENA-Kongress-Hotel



[www.gdch.de/lacktagung2018](http://www.gdch.de/lacktagung2018)



© Guido Ratzig-wikipedia



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](mailto:tg@gdch.de)  
Homepage: [www.gdch.de](http://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: 15. August 2018/TG)



	Seite
<b>WISSENSCHAFTLICHES PROGRAMM</b>	<b>4</b>
Mittwoch, 12. September 2018	4
Donnerstag, 13. September 2018	5
Freitag, 14. September 2018	7
<b>POSTER PROGRAMM</b>	<b>8</b>
<b>VORTRÄGE</b>	<b>9</b>
4.0	9
Rohstoffe/Additive	19
Korrosionsschutz	27
Beschichtung	33
Pigmente	41
<b>POSTER</b>	<b>47</b>



© Bayreuth Marketing und Tourismus GmbH

Lack  
Chemie

Mittwoch, 12. September 2018

9:30	<b>FG-Arbeitsausschuss-Sitzung</b>	
11:45	MITTAGSPAUSE ARBEITSAUSSCHUSS (bis ca. 13:15 Uhr)	
		Raum 1
14:00	<b>Begrüßung</b>	
	<b>4.0</b>	
14:15	<b>Digitalization of R&amp;D supports product development</b> <u>P. Deglmann, Ludwigshafen/DE</u>	11
14:55	<b>Getting faster with high throughput support</b> <u>C. Bramlage, Essen/DE, E. Reuter, Essen/DE, D. Brünink, Essen/DE, C. Thurau, Essen/DE</u>	12
15:20	<b>Laser- und IR-Markierungen und deren Anwendungen für Industrie 4.0</b> <u>M. Entenmann, Stuttgart/DE, H. Greisiger, Stuttgart/DE</u>	13
15:45	KAFFEPAUSE	
	<b>Rohstoffe/Additive</b>	
16:15	<b>Dispergierzeit signifikant reduzieren mit neuen pyrogenen Kieselsäuren zur Rheologiesteuerung</b> <u>M.-Y. Heuer, Essen/DE, G. M. Michael, Hanau/DE</u>	21
16:40	<b>Organisierte Kolloide und Lacke</b> <u>A. Oswald, Paderborn/DE, W. Bremser, Paderborn/DE</u>	22
17:10	<b>Den Oberflächenadditiven auf der Spur: Große Wirkung durch kleine Helfer am richtigen Ort</b> <u>U. Tritschler, Ludwigshafen/DE, R. Knischka, Ludwigshafen/DE, C. Auschra, Ludwigshafen/DE</u>	23
17:35	<b>Graphen-Nanokomposite</b> <u>A. Wolk, Paderborn/DE, W. Bremser, Paderborn/DE</u>	24
19:30	<b>Begrüßungsabend – Get-together in der Brauerei Maisel</b>	

Donnerstag, 13. September 2018

		Raum 1
	<b>Rohstoffe/Additive</b>	
8:30	<b>Smektisch kristalline Barriere-Lacke</b> <u>J. Breu, Bayreuth/DE, M. Daab, Bayreuth/DE, H. Kalo, Bayreuth/DE, M. Stöter, Bayreuth/DE, M. Möller, Bayreuth/DE, D. Kunz, Bayreuth/DE, E. Tsurko, Bayreuth/DE, P. Feicht, Bayreuth/DE, C. Habel, Bayreuth/DE, T. Schilling, Bayreuth/DE</u>	25
8:55	<b>Mikrokristallinität als Bauprinzip für Lacke</b> <u>C. Zhao, Paderborn/DE, M. Kley, Paderborn/DE, W. Bremser, Paderborn/DE</u>	26
9:25	<b>Einführung Poster-Session</b>	
9:55	<b>Poster-Session</b>	
10:25	KAFFEPAUSE	
	<b>Korrosionsschutz</b>	
10:40	<b>Bewertung des Korrosionsschutzes durch organische Beschichtungen</b> <u>R. Nothhelfer-Richter, Stuttgart/DE, U. Christ, Stuttgart/DE</u>	29
11:05	<b>Wasser- und Elektrolyttransporte in autophoretisch abscheidbaren Korrosionsschutzbeschichtungen</b> <u>T. Krawczyk, Krefeld/DE, M. Dornbusch, Krefeld/DE, J. Gutmann, Essen/DE</u>	30
11:30	<b>Gasdichte Beschichtungen</b> <u>T. Mang, Jülich/DE</u>	31
	<b>Beschichtung</b>	
11:55	<b>Wärmetransport in nanostrukturierten Filmen</b> <u>M. Retsch, Bayreuth/DE</u>	35
12:20	MITTAGSPAUSE	

Donnerstag, 13. September 2018

Raum 1

**4.0**

- 13:45 **Herausforderung an die automatisierte Qualitätsmessung und die intelligente Art der Optimierung in der Lackierung** 14  
H.-J. Multhammer, Landshut/DE
- 14:10 **Collaboration and Digitalization in the Coatings Industry** 15  
T. P. Fäcke, Leverkusen/DE
- 14:35 **Chancen der Digitalisierung in der mittelständischen Lackindustrie** 16  
B. Mühleck, Stuttgart/DE
- 15:00 **Berufe 4.0 – Wie verändert die Digitalisierung meinen Job?** 17  
W. Keller, Roßdorf/DE, U. Stalmach, Roßdorf/DE

Raum 1

15:45 **Mitgliederversammlung der Fachgruppe Lackchemie (bis ca. 17:15 Uhr)**

19:00 **Gesellschaftsabend**  
Eremitage Bayreuth

Freitag, 14. September 2018

Raum 1

8:30 **Vortrag zu FARBEUNDLACK // Preis 2018**

**Pigmente**

- 9:15 **Wahrnehmungen im Lack – alles wirklich?** 43  
W. R. Cramer, Münster/DE
- 9:40 **Die Erweiterung des Farbraums durch neue Effektpigmente** 44  
T. Vogel, Ludwigshafen/DE, R. Schmid, Ludwigshafen/DE, A. Wosylus, Besigheim/DE
- 10:05 **Morphologiekontrolle im Nanometer-Bereich: Anwendung auf die Einkapselung von Metall-Effektpigmenten** 45  
O. D. Bedford, Hartenstein/DE, S. Hiltl, Hartenstein/DE, O. Struck, Hartenstein/DE

10:30 KAFFEEPAUSE

**Beschichtungen**

- 10:45 **Bioinspirierte Konzepte für innovative Beschichtungen** 36  
D. Appel, Paderborn/DE
- 11:15 **Prozesssichere Prüfung ableitfähiger Pulverlackschichten** 37  
M. Cudazzo, Stuttgart/DE, C. Joachimi, Stuttgart/DE
- 11:40 **Verpackungslacke – Herausforderung Lebensmittelkonformität** 38  
C. A. Schaumberg, Lehrte/DE
- 12:05 **Foulprotect: Biozidfreie und strukturierte Beschichtungen durch Domainensysteme** 39  
S. Buchbach, Bremen/DE
- 12:30 **Verleihung der Tagungspreise / Schlusswort**
- 12:55 STEHIMBISS
- 14:00 Exkursion zu ECKART GmbH



	Seite
P01 <b>Utilizing electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and simultaneous Kelvin Probe(KP)- Raman spectroscopy to investigate the diffusion/migration of electrolyte along the metal/water-borne organic coating interface</b> <u>S. Khazraee Sheidaee Mehr, Krefeld/DE, W. Bremser, Paderborn /DE, M. Dornbusch, Krefeld/DE</u>	49
P02 <b>Conformational study of melamine crosslinkers and spectroscopical comparison of HMMM molecules by practical measurements and quantum chemical calculations</b> <u>J. Wysoglad, Kreuztal/DE, J.-E. Ehlers, Kreuztal/DE, T. Lewe, Dortmund/DE, M. Dornbusch, Krefeld/DE, J. S. Gutmann, Essen/DE</u>	50
P03 <b>Untersuchung der Wasser- und Elektrolytaufnahme von unterschiedlich pigmentierten ACC-Beschichtungen mittels spektroskopischer und mikroskopischer Messmethoden</b> <u>Y. Ophardt, Krefeld/DE</u>	51
P04 <b>Untersuchung von amphiphilen Oberflächen zur Verhinderung von marinem Biofouling</b> <u>S. Prinz, Essen/DE, K. Roland, Essen/DE, M. Dornbusch, Krefeld/DE</u>	52
P05 <b>Simulationsgestützte Vergleichsstudie von Glockentellerkonfigurationen für ein optimiertes Benetzungsverhalten im Lackierprozess</b> <u>U. Bayer, Holzgerlingen/DE, M. Bohem, Holzgerlingen/DE</u>	53
P06 <b>High-power near-infrared light sources for radical and cationic polymerization of coatings</b> <u>Y. Pang, Krefeld/DE, M. Gläser, Krefeld/DE, A. Gülz, Krefeld/DE, C. Schmitz, Krefeld/DE, B. Strehmel, Krefeld/DE</u>	54
P07 <b>Visualisierung von Transportvorgängen in Beschichtungen</b> <u>S. Paul, Krefeld/DE, M. Dornbusch, Krefeld/DE</u>	55
P08 <b>Biobased Flexible Polyurethane Coatings Prepared from Kraft Lignin: One-Pot Synthesis and Antimicrobial Activity</b> <u>S. E. Klein, Rheinbach/DE, S. Brück, Rheinbach/DE, J. Rumpf, Rheinbach/DE, I. Korte, Bonn/DE, J. Kreyenschmidt, Bonn/DE, M. Rehahn, Darmstadt/DE, M. Schulze, Rheinbach/DE</u>	56
P09 <b>Der steinige Weg zum perfekten Lack</b> <u>T. Leyh, Esslingen/DE, S. Regn, Esslingen/DE, L. Thiess, Esslingen/DE, M. Schackmann, Esslingen/DE</u>	57
P10 <b>Mit nachwachsenden Rohstoffen zu polymerstabilisierten Seifenblasen</b> <u>T. Wetzel, Esslingen/DE, A. Weißenborn, Esslingen/DE, E. von Seggern, Esslingen/DE</u>	58
P11 <b>Rheologische Untersuchung von Pigmentpräparationen</b> <u>C. Fuckert, Esslingen/DE, G. Meichsner, Esslingen/DE</u>	59

## VORTRÄGE

4.0



## Digitalization of R&D supports product development

Peter Deglmann  
Digitalization in Research – Materials Molecular Modeling  
BASF SE Ludwigshafen

The speed of technical progress and innovation is accelerating and the shelf life of new innovations is dropping rapidly. Digital capabilities play a key role in this context. Over the last years, there have been rapid advances in high performance computing, in data management and integration technologies that facilitate the use of complex models and “big data” across enterprises. New technology platforms provide improved methods to generate, connect and deploy knowledge across interdisciplinary groups. The emergence of agile methodologies as state-of-the-art in the IT community provide a blueprint for how to implement digital projects with improved outcomes. Experience across R&D in areas such as computational bioscience and materials sciences or simulation and modelling provided a critical mass of experts and experience with which to launch a digital “surge” at BASF. Rapid scientific algorithm development opens the possibility for supercomputing to impact every area of R&D. It will be discussed in more detail for the example of molecular simulation how digital techniques contribute to process and product development. In this context, ab-initio (DFT) calculations represent a tool to obtain insight into chemical reactivity at a molecular level to understand e.g. the actual outcome of a radical polymerization or the factors influencing curing chemistry. In order to predict formulation performance, typically simulations covering larger length- and timescales than feasible at the ab-initio level are required: Here, atomistic or coarse grained atomistic molecular dynamics are the technique of choice to access sometimes complex application properties.

### Getting faster with high throughput support

C. Bramlage, Essen/D, E. Reuter, Essen/D, D. Brünink, Essen/D, Dr. C. Thureau, Essen/D

Claudia Bramlage, Evonik Resource Efficiency GmbH, Goldschmidtstraße 100, 45127 Essen/D

Evonik has developed a fully automated lab scale high throughput system for coating formulation, application & characterization together with the HTE supplier Chemspeed.

The system:

- formulates coatings from a wide variety of different raw materials including very high viscosity binders & pH adjustment,
- provides very efficient pigment grinding & separation of grinding beads from the formulation,
- characterizes rheology & homogeneity of the fluid formulations prior to application and adjusts viscosity if necessary,
- carries out testing of foam stabilization behavior
- coats substrates via bar coater or spray application,
- dries the films at room temperature or cures the coating at elevated temperature or via UV radiation,
- characterizes the finished coatings regarding e.g. film thickness and coloristic properties as well as gloss & haze,
- takes images of the dried films & carries out image analysis
- operates automatically, provides reproducible results and can be used very flexibly
- produces a continuously growing data pool as a basis for future analyses via data mining.

This new systems can be utilized to optimize pigmented formulations, carry out efficiency projects (optimizing the number and quantity of defoamers in a formulation), investigate aging and stability behavior, characterize film properties via image analysis, and much more.

Examples of selected results from different types of projects are shown.

With this broad applicability the new, fully automated high-throughput system enables Evonik to cut down significantly on time spent searching for the best possible additive package for a formulation or structure of new products - in doing so, Evonik accelerates not only its own pace of innovation, but also that of its customers.

### Laser- und IR-Markierungen und deren Anwendungen für Industrie 4.0

Dr. Marc Entenmann, Heinz Greisiger,  
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA; Stuttgart

Permanent sichtbare Markierungen werden in Unternehmen als Plagiatschutz, für Sicherheitsaspekte bzw. übergeordnet zum Schutz vor ungerechtfertigten Gewährleistungsansprüchen eingesetzt. Diese Markierungen lassen sich in bevorzugter Weise auf einer Oberfläche unter Verwendung von beispielsweise Tinten oder innerhalb einer Oberflächenbeschichtung auch als permanente intrinsische Laserbeschriftung beziehungsweise als Lasergravur erzeugen.

Sollen hingegen Informationen auf dem Produkt hinterlegt werden, wobei die Markierung das optische Erscheinungsbild nicht stören soll oder zum Zweck des Schutzes vor Plagiaten, können in vorteilhafter Weise unsichtbare Markierungen eingesetzt werden. Am Fraunhofer IPA wurden zu diesem Zweck mittels Infrarotkamera lesbare und decodierbare unsichtbare Markierungen als druckbare Tinten entwickelt.

Wenn ein Firmenlogo permanent in eine Beschichtung eines Ersatzteils zur eindeutigen und dauerhaften Identifizierung eingraviert/ingeprägt/ingezeichnet werden soll, werden sichtbare Markierungen gewünscht. In diesem Fall kann ein Basislack in der Farbe des Firmenlogos auf das Ersatzteil lackiert und dieser dann, je nach späterem Anforderungsprofil mit einem gezielt optimierten Lackaufbau überlackiert werden.

Soll die Markierung zusätzlich topografisch nicht fühlbar sein, muss die Markierung intrinsisch erfolgen, d.h. es werden nur einzelne farbgebende Additive transparent gelasert, ohne jedoch die Bindemittelmatrix zu zerstören. Einfacher realisierbar ist eine Lasergravur, bei der eine bestimmte oberflächlich liegende, farbgebende Schicht des Lackaufbaus gelasert wird, so dass eine andere Farbschicht, z.B. in der Farbe des Firmenlogos, freigelegt werden kann.

Im Falle eines Industrie 4.0-gesteuerten Betriebs können insbesondere sichtbare und unsichtbare Markierungen, einzeln oder auch kombiniert, zum Hinterlegen von Maschinenparametern oder anderen Daten verwendet werden.

In Verbindung mit den jeweiligen korrespondierenden optischen und IR-Kameras können so unsichtbare und sichtbare Markierungen, beispielsweise in autonomen Systemen, zur Steuerung dieser selbstständig im Raum operierenden Systeme verwendet werden.

Laser- und IR-Markierungen werden zukünftig von starkem Interesse sein, da sie Möglichkeiten, welche sich mittels Industrie 4.0 bieten, stark erweitern.



## Herausforderung an die automatisierte Qualitätsmessung und die intelligente Art der Optimierung in der Lackierung

Hans-Jürgen Multhammer, Landshut

Dipl.Ing. Hans-Jürgen Multhammer, Geschäftsführer ASIS GmbH, Automation Systems & Intelligent Solutions, Kiem-Pauli Strasse 3, 84036 Landshut/D

Die Farbgebung, Appearance und Qualität der lackierten Oberfläche von hochwertigen Fahrzeugen ist ein Qualitätsmerkmal unserer Automobilindustrie.

Die Herausforderung beim Colour Match ist die Erreichung der gleichen Anmutung an der Karosserie und den verschiedensten Anbauteilen, die noch dazu bei verschiedensten Lieferanten produziert werden. Die Übergänge von verschiedenen Teilen werden immer fließender. Verschiedenste Substrate finden ihre Anwendung. Prozessstabilität und Reduktion der Totzeiten im geschlossenen Regelkreis des Produktionsablaufes sind die Herausforderung.

Die Oberflächeninspektion und deren Fehlerbearbeitung – schleifen/polieren – ist bisher noch fast ausschließlich von manuellen Operationen geprägt. Rückschlüsse auf vorgelagerte Prozesse werden wenig realisiert. Die Inspektion und Fehlerbearbeitung ist eine ergonomische und personelle Herausforderung.

Neue Systeme zur Inspektion sowie automatisierte Generierung von Roboterprogrammen zur Fehlstellenbearbeitung mit zuverlässigen Applikatoren ist die Herausforderung im Finish der Lackiererei.

## Collaboration and Digitalization in the Coatings Industry

T. P. Fäcke, Leverkusen/D,

Dr. Thomas Peter Fäcke, Covestro Deutschland AG, Kaiser-Wilhelm-Allee, Leverkusen/D

Digital technologies like the mobile internet, an ongoing reduction in computing costs and smarter algorithms - usually dubbed as Artificial Intelligence - led to a wave of transformation in our private life and in the business environment. After substantial business model changes in the broadcasting industry, trade, banking & insurance and logistics, now we see their impact coming to the manufacturing industry as well <sup>[1]</sup>.

Although we seek guidance and simplicity what digitalization means for a specific industry segment, we have to recognize the breadth of applications and will present here a couple examples.

The coatings industry continues to replace VOC prone solutions and now takes up the additional challenge moving towards sustainable, environmentally friendly and low energy consuming technologies. Optimization of formulations though has been a trial and error effort where most recently lab automation emerged into the coatings industry to become more efficient <sup>[2]</sup>.

While Digitalization means a data driven approach which augments any aspect of our daily life and especially in the R&D process it fosters faster innovation, which the coatings industry needs to stronger embrace by these new technologies in its development efforts. Especially at the interface of material innovators and paint manufacturers opportunities are present to embrace data sciences and reduce the time-to-market to commercialize innovation. On the other hand the exchange of confidential information always has been challenging, as the discussion around the EU Directive 2016/943 demonstrated most recently <sup>[3]</sup>.

In this talk a new approach to modern, data science driven collaboration is presented. Especially issues about managing trade secrets can be addressed while at the same time much more data to drive and guide the joint development efforts is used. This will lead towards closer and more effective collaboration between companies and thus the speed to new value added products. With that we tackle our industry's most challenging development tasks, where core knowledge needs to be maintained and still collaboration is brought to the next level.

### References:

[1] *The World Economic Forum*, "Digital Transformation Initiative, Chemistry and Advanced Materials Industry" M.Spelman, F. Gomez, B. Weinelt, N. Chaabane, R. Siyam, B. Kreuzer, M. Gavolac, W. Poop, A. Shah, T. Beckman, S. Shroff, **January 2017**

[2] "Coatings Xperience – Accelerating Coatings Development with High Throughput Technology", American Coatings Society, *paint.org, Coatingstech*, **19-21, August 2017**

[3] "Besserer Schutz von Geschäftsgeheimnissen", *Presseinformation des Verbands der Chemischen Industrie e.V.* vom **27. Mai 2016**

## Chancen der Digitalisierung in der mittelständischen Lackindustrie

B. Mühleck, Stuttgart/D, J. Ortmeier, Stuttgart/D

Benjamin Mühleck (M.Sc.), Karl Wörwag Lack- und Farbenfabrik, Strohgäustr. 28,  
70435 Stuttgart/D

Digitale Technologien erhöhen exponentiell die Wettbewerbsdynamik auf allen globalen Märkten der chemischen Zulieferindustrie. Diese Dynamik hat entscheidenden Einfluss im Wettbewerbsfeld, in dem hohe Anforderungen hinsichtlich Agilität, Kosteneffizienz und Ressourceneffizienz an Unternehmen gestellt werden. In diesem Kontext zeigt sich der digitale Wandel, auch als digitale Transformation bezeichnet, vor allem bei der Nutzungsintensität von modernen Digitalisierungslösungen, welche je nach Branche und Unternehmen stark variieren.

Unternehmen, welche sich auf die kontinuierliche Weiterentwicklung mithilfe digitaler Technologien einlassen, können Lösungsansätze zur Effizienzsteigerung oder Geschäftsfelderweiterung nutzen und somit Wettbewerbsvorteile erzielen.

Außerdem stehen Unternehmen, welche sich der digitalen Transformation annehmen, vor der Herausforderung diese erfolgreich zu gestalten und Chancen zu ergreifen.

Dieser Vortrag wird dabei einige Chancen der Digitalisierung in der mittelständischen Lackindustrie aufgreifen und Impulse für eine offene Diskussion liefern.

## Berufe 4.0 – Wie verändert die Digitalisierung meinem Job?

Dr.-Ing. Wolfram Keller, Roßdorf/ D

Dr.-Ing. Wolfram Keller, WKMC/ GDCH-VCW, Vösendorfring 44, Roßdorf/ D

Mit Digitalisierung und Industrie 4.0 verbinden wir in erster Linie, oft sehr abstrakt formuliert, „eine durch weitgehende Automatisierung erhöhte Anlagenproduktivität“. Konkret bedeutet das die vollständige Vernetzung von Maschinen in der Produktion zur Erhöhung der Flexibilität in punkto Chargengröße, der Qualität und Auslastung sowie die Senkung der Rüstzeiten und Herstellkosten. Ganz spezifisch heißt das für Hersteller von Lacken und Farben, schneller und kostengünstiger als bisher Standard- und kundenspezifische Rezepturen als Muster, Kleinmengen für die Qualifizierung und im Produktivmaßstab herstellen und liefern zu können.

Das ist die technische Seite. Wer Digitalisierung und Industrie 4.0 darauf reduziert, vergisst das Wesentliche, „die Experten 4.0“, d.h. die Fachleute, die Kundenanforderungen und –anwendungen verstehen, Rezepturen entwickeln und herstellen, Maschinen und Anlagen in die Lage versetzen, zu produzieren, und die die Versorgung mit Rohstoffen und technischen Bedarfen sicherstellen.

Der folgende Beitrag diskutiert die Ergebnisse einer empirischen Erhebung unter bis zu 1.000 Chemikern, Ingenieuren und Technikern in F&E, Anlagenbau, Einkauf, Betrieb, Instandhaltung und Marketing & Vertrieb in der Chemie- und Lacke- und Farbenindustrie. Die Rolle digitaler Anwendungen wie Robotik, Modellierung aber auch Big Data und Künstliche Intelligenz auf die o.g. Berufe und die Auswirkungen auf die Arbeitsinhalte wie das Verhältnis von Routine- zu Nichttroutinetätigkeiten und die Entwicklung zu Spezialisten vs. Generalisten werden diskutiert. Die für die künftigen Arbeitsinhalte in der Lacke- und Farbenindustrie 4.0 notwendigen Kompetenzen wie technisch-naturwissenschaftliche Qualifikationen, Organisations- und Führungsfragen, Kommunikations- und digitale Kompetenzen werden vorgestellt. Die Verantwortung von Universitäten, Arbeitgebern und Chemikern, Ingenieuren und Technikern bez. des berufslebenslangen Lernens werden erörtert.

Abschließend werden einige Impulse gesetzt, woran Hochschulen, Arbeitgeber und Experten arbeiten sollen, um Lacktechniker, Ingenieure und Chemiker fit für die Lacke- und Farbenindustrie 4.0 zu machen und zu halten – beruhend auf der Online-Umfrage der GDCh VCW mit bis zu 1.000 Praktikern und bis zu 100 Experteninterviews, um die Erkenntnisse zu validieren.

Je mehr Teilnehmer aus der Lacke- und Farbenindustrie, der GDCh Fachgruppe Lackchemie und dem VILF an der Umfrage bis zum 30. Juni 2018 teilgenommen haben werden, umso spezifischer werden die Schlussfolgerungen sein! Gestalten Sie im Sinne von Digitalisierung und 4.0 den Konferenzbeitrag mit: [www.gdch.de/vcwberufe4](http://www.gdch.de/vcwberufe4)

**VORTRÄGE**  
Rohstoffe/Additive



© Guido Raab/wikipedia

### Dispergierzeit signifikant reduzieren mit neuen pyrogenen Kieselsäuren zur Rheologiesteuerung

M. Heuer, Director Industrial Coatings, EVONIK Resource Efficiency GmbH, Essen, Deutschland, Dr. G. Michael, Head of Product Development Coating Additives Rheology, EVONIK Resource Efficiency GmbH, Hanau, Germany

M. Heuer, Director Industrial Coatings, EVONIK Resource Efficiency GmbH, Essen, Deutschland

Im Zeichen der heutigen Anforderungen stehen neben der Digitalisierung auch die Herausforderungen in einer Verschlinkung von Produktionsvorgängen bei der Herstellung von Lackformulierungen. Neben einer Verschlinkung des Rohstoffportfolios im Allgemeinen bestehen auch Wünsche bzgl. der Verschlinkung von Produktionsprozessen. Der Wunsch der Lackformulierenden Kunden ist daher nicht neu: Reduzierung des Dispergieraufwands. Die optimale Dispergierung mittels Perlmühle ist in der Lackherstellung der technisch herausforderndste und zeitaufwändigste Prozessschritt. Um diesen zu vermeiden, werden von den Rohstoffherstellern Dispersionen, Präparationen oder Pasten angeboten, in denen die unlöslichen Feststoffe (Silica, Pigmente, Füllstoffe etc.) in optimaler Verteilung vorliegen. Allerdings bringen solche Dispersionen gegebenenfalls undefinierte Mengen an Lösemittel, Wasser, Bindemittel oder Additiven mit sich, die vom Formulierer nicht beeinflusst werden können, ihre Wirkung jedoch auch im fertigen Lacksystem entfalten. Viel einfacher wäre es, wenn man die festen Lackrohstoffe mit einem Dissolver verarbeiten könnte. Leider liegen die Partikelgrößen, die durch Dissolverdispergierung erreichbar sind, deutlich oberhalb der zum Beispiel in Klarlacken akzeptablen Oberkorngroße. Eine Innovation im Herstellprozess von pyrogenen Kieselsäuren macht es nun möglich, die Benetzung und Dispergierung dieser pyrogenen Kieselsäuren, die bis dato in zwei Anlageteilen (Dissolver, Perlmühle) durchgeführt werden musste, auf einen Prozessschritt im Dissolver zu beschränken. Dadurch wird die Einarbeitung von pyrogenen Kieselsäuren für die Einstellung des rheologischen Profils signifikant erleichtert. Die Aufgabenstellung ist hierbei nicht trivial. Der Prozess der Flammenhydrolyse hat die Bildung von Aggregaten und Agglomeraten als essenziellen Bestandteil. Ohne diesen wäre die Strukturierung und in der Folge die Wirkungsweise nicht gegeben. Das entstehende Partikelspektrum reicht dabei bis  $> 200 \mu\text{m}$ . Um zu guten optischen und anwendungstechnischen Eigenschaften zu gelangen, sind Aggregatgrößen  $< 10 \mu\text{m}$  erstrebenswert. Zur Überprüfung der Verarbeitbarkeit, der rheologischen Wirkung und der optischen Eigenschaften im Lacksystem wurde das Standardprodukt mit der traditionellen Perlvermahlung und das Versuchsprodukt nur mit dem Dissolver verarbeitet. Die Ergebnisse hinsichtlich Viskosität, Rheologie, Glanz, Haze (Schleier) und Jetness (Farbtiefe) stimmten überein. Zusätzlich wurde eine deutliche, absolute Verkürzung der Verarbeitungszeit bei gleichzeitiger Verbesserung des Dispergiergrads erreicht. Hierbei zeigt sich ein entscheidender Vorteil: Da die gleiche Effizienz und Optik erreicht wird, sind keine Umformulierungen existierender Rezepturen notwendig. Neue Rezepturen können nach gleichen Regeln formuliert werden wie die bisherigen Lacke. Außerdem sind die leicht dispergierbaren Varianten der pyrogenen Kieselsäuren chemisch identisch mit dem jeweiligen Pendant.

## Organisierte Kolloide und Lacke

A. Oswald, Paderborn/D, W. Bremser, Paderborn/D

 Prof. Dr. Wolfgang Bremser, Universität Paderborn, Warburger Straße 100,  
Paderborn/D

In einem Lack befinden sich Kolloide, die sich in der Geometrie („0D“, 1D, 2D, 3D), der Größe (nm bis  $\mu\text{m}$ ) und der chemischen Struktur unterscheiden. Die beideneinfachsten geometrischen Formen, die üblicherweise in einem Lack zu finden sind, sind die Kugel- und die Plattenform. Je nach Lack bewegen sich die Größenordnungen der beteiligten Partikel im Nano- bis Mikrometerbereich. Die systematische Untersuchung von einigen Schichtsilikaten und Polymer-Dispersionen in Bezug auf die Größe und das Größenverhältnis bei gleichzeitiger Beachtung der Oberflächenladung, Zwischenschichtladung und der Oberflächenenergie hat sich zu insgesamt 6 Grundideen verdichtet.

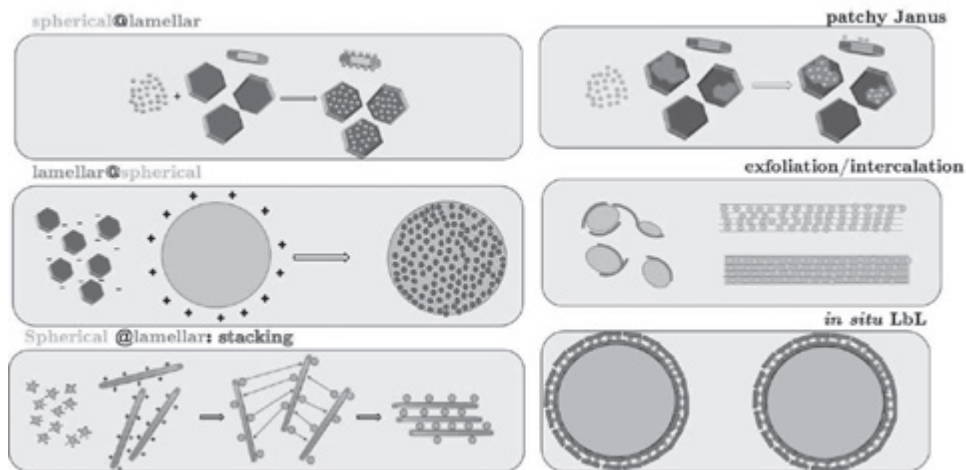


Abbildung 1: Verschiedene Realisierungsmöglichkeiten der Organisation von lamellaren und sphärischen Partikeln

Bei den vorliegenden Untersuchungen wird eine starke Größenabhängigkeit beobachtet, die zu unterschiedlichen Organisationen der Partikel führt. Die gleichmäßige, allgegenwärtige und gezielte Organisation von Partikeln steht im Vordergrund der präsentierten Arbeit. Aus den gezeigten Ideen in Abbildung 1 können unter Beachtung von funktionalen Eigenschaften der beteiligten Partikel eine enorme Anzahl an organisierten Kolloiden hergestellt und in Lacken eingesetzt werden.

 Den Oberflächenadditiven auf der Spur:  
Große Wirkung durch kleine Helfer am richtigen Ort

 U. Tritschler, Ludwigshafen am Rhein/D, R. Knischka, Ludwigshafen am Rhein/D,  
C. Auschra, Ludwigshafen am Rhein/D

Dr. Ulrich Tritschler, BASF SE, Carl-Bosch-Strasse 38, Ludwigshafen am Rhein/D

Zur Herstellung von glatten und homogenen Oberflächen ist die Verwendung von kleinen Mengen an Netz- und Verlaufsadditiven in Lackformulierungen unverzichtbar. Dies gilt insbesondere für hochwertige Anwendungen, wie z.B. für Automobil- und Industrielacke. Die grundlegende Anforderung an diese Additive für den Effekt der guten Substratbenetzung ist die effiziente Erniedrigung der Oberflächenspannung des Flüssiglackes. Bei schnellen Auftragsprozessen wie z.B. beim Prozessieren in Lackstraßen, ist zudem eine schnelle Additivmigration durch die flüssige Lackformulierung gefordert, um sowohl an der Grenzfläche zum Untergrund, als auch an der Grenzfläche zur Luft effektiv wirken zu können.

In früheren Studien wurde bereits gezeigt, dass maßgeschneiderte Polyacrylat-Blockcopolymeren, die über einen Fluor-modifizierten Block verfügen, sehr effizient als Substratbenetzungs- und Verlaufsadditiv wirken und damit auch bei schwierigen Untergründen und/oder niedrigen Schichtdicken defekt-freie Lackoberflächen ermöglichen.[1, 2, 3]

In vielen Anwendungsbereichen der Coatingsindustrie steigen die Anforderungen nicht nur an die optische Qualität, sondern auch bezüglich zusätzlicher Funktionalität der Beschichtungen. Hierzu zählen insbesondere die Modifizierung der Lackoberfläche für verringerte Anschmutzneigung und für „Easy-to-Clean“-Eigenschaften, d.h. für verbessertes Reinigungsverhalten der Oberfläche. Die dauerhafte und witterungsbeständige Einstellung solcher Oberflächeneffekte stellt hierbei eine besondere Herausforderung dar.

Wir präsentieren neue grundlegende Untersuchungen zum Konzept der Oberflächenmodifikation mit Fluor-modifizierten Polyacrylat-Blockcopolymeren. Eine hohe Effizienz der Oberflächenmodifizierung wird durch optimiertes Design der Blockcopolymeren erzielt. Durch Selbstorganisation reichern sich die Blockcopolymeren in den Oberflächenschichten an und können dort „an richtiger Stelle“ fixiert werden. Hierdurch ist es möglich, schon bei relativ geringen Zugabemengen der Additive z.B. „Easy-to-Clean“-Eigenschaften der Lackoberfläche einzustellen. Die Verteilung und „Positionierung“ der Additive im Lackfilm wurde mit kombinierten Analyseverfahren (TOF-SIMS, AFM, Kontaktwinkel) und mit Hilfe digitaler Auswerteverfahren aufgeklärt. Es zeigt sich, dass das Verteilungsprofil der Blockcopolymer-Additive mit den erzielten Oberflächeneffekten korreliert und so eingestellt werden kann, dass die Oberflächeneigenschaften auch in Bewitterungstests erhalten bleiben.

## References:

- [1] M. Thomson, R. Knischka, *Farbe und Lack* **2015**, **121**, **7**, **32-36**. [2] M. Thomson, R. Knischka, C. Auschra, B. Achord, E. Martinez, *American Coating Conference Proceedings* **2014**. [3] R. Knischka, M. Thomson, C. Auschra, L. Engelbrecht, E. Martinez, *American Coating Conference Proceedings* **2012**.



## Graphen Nanokomposite

A. Wolk, Paderborn/D, W. Bremser, Paderborn/D

Prof. Dr. Wolfgang Bremser, Universität Paderborn, Warburger Straße 100,  
Paderborn/D

In der heutigen Zeit fordert der Fortschritt der Technik leichtere und zugleich effizientere Werkstoffe bzw. Bauteile. Ein neuer und zugleich besonderer Werkstoff der über hervorragende Eigenschaften verfügt, ist Graphen. Graphen ist das zweidimensionale Allotrop des Kohlenstoffs und kann eine Monolage der hexagonalen Kristallstruktur von Graphit angesehen werden. Eine einzelne Graphenschicht ist mit einer Höhe von 0,34 nm extrem dünn. Die besondere Struktur des Graphens führt dazu, dass das Material ein herausragenden Eigenschaftsprofils aufweist (Flächendichte  $7,57 \cdot 10^{-7}$  kg·m<sup>-2</sup>, Zugfestigkeit ca. 125 GPa, E-modul 1 TPa, Transmission 97 %). Somit könnten graphenbasierte Polymerkomposite das Potential eines Hochleistungswerkstoffes aufweisen. Für die Herstellung von Graphenpolymerkompositen, stellt sowohl die Kompatibilität zur Matrix als auch das Dispergieren der Füllstoffe in der Polymermatrix eine essentielle Voraussetzung für die Kompositdarstellung dar.

Die Grenzflächen von Polymer und Graphen im Graphen-Nanokomposit beeinflussen maßgeblich die resultierenden Eigenschaften des Komposits. Daher, ist es essentiell die Partikelmorphologie und chemische Zusammensetzung zu steuern. Üblicherweise wird Graphen durch thermische Reduktion von Graphitoxid gewonnen. Während der Herstellung, kann durch Variation der Prozessparameter, Einfluss auf die Partikelmorphologie und somit auf die Eigenschaften des Komposits genommen werden.

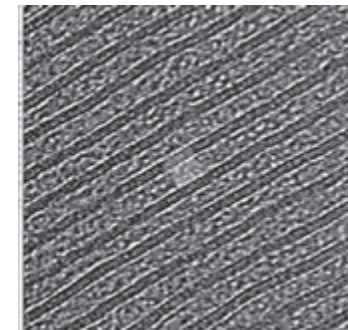
## Smektitisch kristalline Barriere-Lacke

Matthias Daab, Dr. Hussein Kalo, Dr. Matthias Stöter, Dr. Michael Möller, Dr. Daniel Kunz,  
Dr. Evgeny Tsurko, Dr. Patrick Feicht, Christoph Habel, Theresa Schilling  
Prof. Dr. Josef Breu

Universität Bayreuth, Department of Chemistry und Bayerisches Polymer Institut  
e-mail: josef.breu@uni-bayreuth.de

Die intrinsisch anisotropen Bindungsverhältnisse erlauben mit hoher Präzision eine spontane Delaminierung von Schichtsilikaten in einzelne Schichten, die getrieben wird durch elektrostatische Abstoßung, unter Ausbildung hochgeordneter lamellar flüssigkristalliner Suspensionen [1]. Dies erfordert jedoch eine homogene Ladungsdichte, wie man sie nur für Tonminerale findet, die aus der Schmelze oberhalb von 1000 K synthetisiert werden. Die stringente Kontrolle der Homogenität und damit der intrakristallinen Reaktivität ermöglicht zudem nicht nur die Delaminierung in einzelne, sondern auch in Doppelschichten, bei denen dann funktionelle Moleküle (z.B. Radikalfänger) zwischen zwei transparente Silikatschichten von je 1 nm eingepackt sind [2].

Mischt man die flüssigkristallinen Phasen aus Plättchen mit einem Aspektverhältnis von  $\approx 20000$  dann mit wasserlöslichen Polymeren oder Dispersionen lassen sich mit Roll to Roll oder Spraycoating-Verfahren Nanokompositfilme mit ultrahohen Gasbarrieren herstellen, die z.T. flächige, eindimensionale kristalline (smektische) Domänen aufweisen [4].



1. Stöter, M., Rosenfeldt, S., Breu, J., *Tunable Exfoliation of Synthetic Clays*, Annu. Rev. Mater. Res. **2015**, 45, 129–51. Rosenfeldt, S., Stöter, M., Schlenk, M., Martin, T., Albuquerque, R. Q., Förster, S., Breu, J., *In-Depth Insights into the Key Steps of Delamination of Charged 2D Nanomaterials*, Langmuir, **2016**, 32, 10582-10588.
2. Stöter, M., Biersack, B., Reimer, N., Herling, M., Stock, N., Schobert, R., Breu, J., *Ordered Heterostructures of Two Strictly Alternating Types of Nanoreactors*, Chem. Mater. **2014**, 26, 5412–5419.
3. Stöter, M., Biersack, B., Rosenfeldt, S., Leidl, M.J., Kalo, H., Schobert, R., Yersin, H., Ozin, G.A., Förster, S., Breu, J., *Encapsulation of Functional Organic Compounds in Nanoglass for Optically Anisotropic Coatings*, Angew. Chem. Int. Ed. **2015**, 54, 4963–4967. Stöter, M., Gödrich, S., Feicht, P., Rosenfeldt, S., Thurn, H., Neubauer, J.W., Seuss, M., Lindner, P., Kalo, H., Möller, M., Fery, A., Förster, S., Papastavrou, G., Breu, J., *Controlled Exfoliation of Layered Silicate Heterostructures into Bilayers and Their Conversion into Giant Janus Platelets*, Angew. Chem. Int. Ed., **2016**, 55, 7398-7402.
4. Kunz, D.A., Schmid, J., Feicht, P., Erath, J., Fery, A., Breu, J., *Clay-Based Nanocomposite Coating for Flexible Optoelectronics Applying Commercial Polymers*, ACS Nano, **2013**, 7, 4275-4280. Doblhofer, E., Schmid, J., Rieß, M., Daab, M., Suntinger, M., Habel, C., Bargel, H., Hugenschmidt, C., Rosenfeldt, S., Breu, J., Scheibel, T., *Structural Insights into Water-Based Spider Silk Protein–Nanoclay Composites with Excellent Gas and Water Vapor Barrier Properties*, ACS Appl. Mater. Interfaces, **2016**, 8, 25535–25543. Tsurko, E.S., Feicht, P., Nehm, F., Ament, K., Rosenfeldt, S., Pietsch, I., Roschmann, K., Kalo, H., Breu, J., *Large scale self-assembly of smectic nanocomposite films by doctor blading versus spray coating: Impact of crystal quality on barrier properties*, Macromolecules **2017**, 50, 4344–4350.

## Mikrokristallinität als Bauprinzip für Lacke

Chen Zhao, Marina Kley, Prof. Dr. Wolfgang Bremser

Universität Paderborn, Technische Chemie - Coatings, Materials & Polymers,  
Warburger Str. 100, Deutschland

In Lacksystemen werden vorrangig amorphe Polymere eingesetzt, da sie gegenüber kristallinen Strukturen viele Vorteile bieten. Ihre Handhabung ist einfach und sie zeichnen sich bei unterschiedlichsten Prozessbedingungen durch ihre Robustheit aus. Darüber hinaus bilden sie stabile Netzwerke und ihre Wechselwirkungen mit Additiven sind gut zu kontrollieren. Kristalline Strukturen finden hingegen nur in sehr begrenztem Umfang Anwendung in Lacksystemen, z.B. in Form von Bindemitteln mit geringem Kristallinitätsgrad (Polyurethane), in Form von Pigmenten, als funktionelle anorganische Partikel oder anorganische Konversionsschichten. Im Gegensatz dazu stellt die Kristallinität im Bereich der metallischen Werkstoffe und der Kunststoffe ein elementares Bauprinzip dar. Insbesondere hat sich gezeigt, dass die Mikrokristallinität ein leistungsfähiges Werkzeug ist, um neue Materialeigenschaften zu erzeugen.

Diese Arbeit stellt neue Ansätze für mikrokristalline Bausteine in Lacken vor, dabei werden zwei verschiedene Materialbausteine zu einem Komposit zusammengeführt. Zunächst werden ultradünne mikrokristalline Filme basierend auf verdünnten Lösungen teilkristalliner linearer Polyester hergestellt. Die Verdunstung des Lösungsmittels führt zur Organisation der Polymerketten, es bilden sich unter Kettenfaltung geordnete Kristalllamellen mit Dicken von unter 100 nm und eine Ausdehnung von mehreren Mikrometern. Dieser Prozess kann als quasi-zweidimensionales (2D) System mit eindimensionaler (1D) Eingrenzung betrachtet werden. Als zweiter Baustein wird Graphen, welches als ausgezeichnetes 2D-Material bekannt ist, exfoliert und das Aggregationsverhalten untersucht. Aus diesen beiden Bausteinen werden durch schichtweise Abscheidung mit verschiedenen Polymermatrizen hierarchische Kompositfilme aufgebaut und im Hinblick auf Morphologien, Kristallisationsverhalten und mechanische Eigenschaften untersucht. Mit der Einführung des Konzepts der Mikrokristallinität in Lacken werden neue Materialeigenschaften wie Zähigkeit, Abriebfestigkeit, Duktilität, und Leitfähigkeit sowie eine erhöhte Diffusionsbarriere, erhöhter Korrosionsschutz und Reorganisationsverhalten erwartet.

## VORTRÄGE

### Korrosionsschutz



**Bewertung des Korrosionsschutzes durch organische Beschichtungen**

R. Nothhelfer-Richter, Fraunhofer IPA, Stuttgart/D, U. Christ, Fraunhofer IPA,  
Stuttgart/D

An Beschichtungen für den Korrosionsschutz für Stahl werden hohe Anforderungen sowohl an die Korrosionsschutzwirkung, an die Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit sowie an die Lebensdauer der Beschichtung von 30 Jahren und mehr gestellt. Deshalb ist die Vorhersage dieser Eigenschaften mit Hilfe von Labormethoden bei der Neu- und Weiterentwicklung von Beschichtungen für Lack- und Rohstoffhersteller sehr wichtig. In diesem Beitrag werden die Aussagen der „klassischen“ Korrosionsschutzprüfungen, wie Kondenswassertest und Salzsprühtest, die von der Norm DIN EN ISO 12944 empfohlen werden, sowie der in der Stahl- und Automobilindustrie inzwischen etablierten VDA Wechseltest VDA 233-102 (VDA neu) untersucht und bewertet. Alle drei Verfahren zeigen unterschiedliche Schadensmechanismen: beim Kondenswassertest ist die Nasshaftfestigkeit ein wichtiges Prüfkriterium, beim Salzsprühtest werden Beschichtungen auf Freiheit von Poren und Diffusionswegen von Korrosionsstimulanzien und auf die Beständigkeit gegen kathodische Delamination geprüft. Der VDA Wechseltest ruft eher filiformähnliche Korrosion hervor, die auch in die Tiefe des Substrats vordringen kann.

Elektrochemische Prüfungen sollen die Prüfdauern weiter verkürzen und Korrosionsmechanismen besser bestimmen helfen. Die Ergebnisse von kathodischer Delamination, linearen Polarisationsmessungen und elektrochemischer Impedanzspektroskopie werden mit den Ergebnissen der klassischen Korrosionsschutzprüfungen korreliert. Dabei wurden Zusammenhänge zwischen kathodischer Delamination und der Unterwanderung im Salzsprühtest gefunden, ebenso zwischen der Stromdichte im kathodischen Ast der linearen Polarisation und dem Salzsprühtest.

Die Korrosionsschutzwirkung einer Beschichtung wird – neben den Eigenschaften der Beschichtung selbst – maßgeblich von der Vorbehandlung der Bauteile mitbestimmt. Daher werden Ausblicke für den Korrosionsschutz auf unterschiedlich oberflächenvorbehandelten Stahlsubstraten und verzinkten Stahlwerkstoffen gegeben.

## References:

- [1] R. Nothhelfer-Richter, *Untersuchung der linearen Polarisation als elektrochemische Methode zur Evaluation von neuen Dünnschicht-Vorbehandlungen für den Korrosionsschutz im Industriebereich*. FOSTA P1297, **2018**
- [2] Ch. Bauder, *Einfluss von Zinkphosphatier-Ersatztechnologien auf neuen und klassischen Stahl-Substratoberflächen im Automobilbau auf den Korrosionsschutz im Multi-Metall-Verbund*. FOSTA P 906 **2016**

### Wasser- und Elektrolyttransporte in autophoretisch abscheidbaren Korrosionsschutzbeschichtungen

T. Krawczyk, Krefeld/D, M. Dornbusch, Krefeld/D, J. Gutmann, Essen/D

M. Eng, Tobias Krawczyk, Hochschule Niederrhein, Adlerstr. 1, Krefeld/D

Korrosion stellt weltweit ein über alle regionalen und interdisziplinären Grenzen hinweg wohl bekanntes Problem dar. Auch wenn es sich schwierig beziffern lässt, werden in den Industrieländern jährlich schätzungsweise zwischen 2,5% und 4,5% des Bruttoinlandsproduktes durch Korrosion zerstört [1]. Eine Möglichkeit Korrosionsschäden vorzubeugen bietet der Einsatz organischer Korrosionsschutzbeschichtungen. Solange diese Beschichtung intakt bleibt wird die Korrosionsrate drastisch verlangsamt. Aber sogar eine unbeschädigte Beschichtung kann im Laufe ihres Einsatzes von Wasser, Elektrolyt-Ionen und anderen korrosionsfördernden Stoffen durchdrungen werden, die schließlich unter der Beschichtung Korrosionsprozesse auslösen können.

In dieser Arbeit werden die Transportvorgänge von Wasser und Elektrolyten durch eine kommerziell erhältliche autophoretisch abscheidbare Korrosionsschutzbeschichtung für Stahlsubstrate untersucht. Diese Beschichtungen sind klassischerweise schwarz pigmentiert, was eine gewisse Herausforderung darstellt, da es so nicht ganz einfach ist aussagekräftige Ergebnisse der spektroskopischen Methoden zu erhalten. Zu diesem Zweck wurden Proben mit verschiedenen Pigmentkonzentrationen hergestellt und für eine definierte Zeit mit Wasser oder Elektrolytlösungen, z.B. 3% NaCl in Wasser belastet. Im Anschluss können die Eindringtiefe des Wassers und der Elektrolyten selbst mit verschiedenen spektroskopischen Methoden, wie UV/Vis, IR und konfokalem Raman untersucht werden. Zusätzlich bieten die elektrochemische Impedanz Spektroskopie und die Raster Kelvin Sonde einen weiteren Weg die Wasseraufnahme der Proben zu verfolgen. Alle diese Methoden werden kombiniert, um ein klareres Bild der Transportvorgänge im Bulk und an der Grenzfläche zwischen Beschichtung und Substrat und des Einflusses der Beschichtung und im Speziellen des Pigmentgehaltes auf diese zu erhalten. Zusätzlich geben die spektroskopischen Methoden Aufschluss über strukturelle oder kompositionelle Änderungen der Beschichtung während der Belastung. Durch Analyse der Transportgeschwindigkeiten von Wasser und des Elektrolyten mithilfe Fick'scher und Nicht-Fick'scher Ansätze kann ein Modell für den Transport dieser korrosionsfördernden Stoffe entwickelt werden.

Der Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung der Beschichtung, der Transporte durch diese Beschichtung, ihrer strukturellen Veränderungen und der beobachteten Korrosionsvorgänge kann analysiert werden. Die erhaltenen Informationen werden genutzt, um besonders wirksame Zusammensetzungen vorherzusagen und das Pigment / Filmbildner-Verhältnis zu optimieren. Dies wird genutzt, um Beschichtungen mit größerer Barrierewirkung gegenüber korrosionsfördernden Stoffen, so dass die Korrosion extrem verlangsamt wird.

References:

[1] F. Moulinier, *Techniques, Sciences, Methodes* 7/8 **2010**, 26-38

### Gasdichte Beschichtungen

Prof. Dr. Th. Mang, FH Aachen, D

A. Eckert, FH Aachen, D

Prof. Dr. A. Walther, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, D

Prof. Dr. Th. Mang, Institut für Angewandte Polymerchemie, FH Aachen, Heinrich-Mussmann-Straße 1, 52428 Jülich

Durch Ausrüsten von kratzfesten Beschichtungen auf Polyurethanbasis mit exfolierten Schichtsilikaten ist es gelungen, bei damit beschichteten Trägerfolien aus Polycarbonat Gasbarrieren aufzubauen, die im Bereich von aluminiumbeschichteten Folien liegen. Hierzu wurden die PU-Dispersionen mit wässrigen Lösungen exfolierter Schichtsilikate versetzt und dann schichtweise als Lack auf Polycarbonatfolien aufgetragen und trocknen gelassen.

Als Bindemittel wurden selbstvernetzende wässrige Polyurethandispersionen verwendet, als Schichtsilikate Natrium-Cloisite, ein natürliches Montmorillonit, sowie ein synthetisches Hectorit mit einem besonders hohen Aspektverhältnis und hoher Reinheit.

Die Polycarbonatfolie wurde zur besseren Haftung mit Corona vorbehandelt und mit einem Haftvermittler versehen. Nach schichtweisem Aufrakeln der verdickten Dispersionen ordnen sich die Schichtsilikate unter geeigneten Bedingungen im Verlauf der Filmbildung zu einer perlmutt-mimetischen Struktur. Diese hochgeordneten Strukturen wurden mittels Elektronenmikroskopie nachgewiesen.

Neben der hervorragenden Gasdichtigkeit ergaben sich auch Verbesserungen in der Abrieb- und Cremebeständigkeit bei unveränderter Haftung.



# VORTRÄGE

## Beschichtung



© Guido Raab/wikipedia

Lack  
Chemie



**Wärmetransport in nanostrukturierten Filmen**

Markus Retsch

Lichtenberg-Juniorprofessur für Polymere Systeme, Universität Bayreuth,  
95447 Bayreuth

Die Kontrolle von Wärmefluss an Grenzflächen und durch dünne Filme stellt eine große Herausforderung dar. Von besonderem Interesse sind dabei sowohl Anwendungen mit sehr hohen wärmeableitenden Eigenschaften, als auch Anwendungen mit sehr effizienten Isolationseigenschaften.

In diesem Vortrag möchte ich die Klasse partikulärer Filmstrukturen, sogenannte kolloidale Kristalle und Gläser, als Modellstrukturen vorstellen. Sie ermöglichen die detaillierte Untersuchung von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen, wodurch ein fundamentales Verständnis von Wärmetransport auf diesen kleinen Längenskalen ermöglicht wird. Im Speziellen möchte ich zeigen, wie die Wärmeisolationseigenschaften durch die Partikelsynthese und Partikelanordnung verbessert werden können.[1, 2] Die Änderung des Wärmetransports kann umgekehrt aber auch Rückschlüsse auf den Filmbildungsprozess selbst geben.[3]

In Kombination mit neuen Charakterisierungsmöglichkeiten sind große Fortschritte in der Entwicklung multifunktionaler und bzgl. Wärmetransport optimierter Materialien zu erwarten.

1. Nutz, F.A., et al., *Low Thermal Conductivity through Dense Particle Packings with Optimum Disorder*. *Adv Mater*, 2018. **30**(14): p. e1704910.
2. Ruckdeschel, P., A. Philipp, and M. Retsch, *Understanding Thermal Insulation in Porous, Particulate Materials*. *Advanced Functional Materials*, 2017. **27**(38): p. 1702256.
3. Nutz, F.A. and M. Retsch, *Interfacial and volumetric sensitivity of the dry sintering process of polymer colloidal crystals: a thermal transport and photonic bandgap study*. *Phys Chem Chem Phys*, 2017. **19**(24): p. 16124-16130.

## Jenseits der Nachhaltigkeit - Bioinspirierte Konzepte für innovative Beschichtungen

Daniel Appel und Oliver I. Strube\*

Biobased & Bioinspired Materials Paderborn University, Germany  
\*oliver.strube@upb.de

Das Streben nach Innovation und steigendes Bewusstsein für ökologische Aspekte sorgen für stetig wachsendes Interesse an Themen rund um das Schlagwort „grün“. Hierbei hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass biologische Systeme den synthetischen Gegenstücken oftmals weit überlegen sind.

Im Bereich der Beschichtungen wird in diesem Zusammenhang jedoch primär der Aspekt Nachhaltigkeit, im Sinne eines Ersatzes petrochemischer Komponenten durch nachwachsende Rohstoffe, verfolgt. Die Natur wird somit lediglich als alternative Rohstoffquelle gesehen; das Produkt bleibt meist dasselbe. Die wesentliche Herausforderung ist somit, Qualität und Preis des bekannten Produktes zu halten.

Diese Vorgehensweise vernachlässigt jedoch einen ganz entscheidenden Vorteil natürlicher Materialien, jenseits der reinen Nachhaltigkeit – die biologische Funktionalität. Viele biologische Systeme sind in der Lage hochgradig komplexe und ausgefeilte Materialien und Strukturen zu erzeugen, welche den künstlichen Pendanten bei weitem überlegen sind. Darüber hinaus gelingt dies in der Natur mit sehr geringem Energieaufwand und nur einigen wenigen Grundmaterialien, im Wesentlichen Proteine, Polysaccharide und Mineralien.

Diese Erkenntnisse werden bereits in vielen Bereichen der Materialforschung im Sinne bionischer Abstraktion mit großem Erfolg genutzt und sind ebenso valide für den Bereich der Beschichtungen. Denn auch hier besitzen bioinspirierte Materialien ein wesentlich höheres Potential, da sie nicht bloß nachhaltig sind, sondern die Eigenschaften der Beschichtung signifikant erhöhen - und somit jenseits der Nachhaltigkeit liegen.



Dieser Vortrag betrachtet die Möglichkeiten aber auch die Herausforderungen bioinspirierter Oberflächen, mit Schwerpunkt auf den Aspekten inhärente Funktionalität, biomimetische Strukturen und Enzymkatalyse zum definierten Schichtaufbau. Deren Anwendung in der Beschichtungstechnologie zeigt großes Potential zur Herstellung zukunftsweisender Materialien. Im Vergleich mit konventionellen Techniken oder dem Nachhaltigkeitsansatz können deutlich innovativere Produkte erwartet werden, welche nicht nur nachhaltig sind, sondern vielmehr die Qualität ihrer synthetischen Gegenstücke bei weitem übertreffen.

## Prozesssichere Prüfung ableitfähiger Pulverlackschichten

Markus Cudazzo, Cathleen Joachimi, Fraunhofer IPA Abteilung Beschichtungssystem- und Lackiertechnik, Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart, Tel.: 0711-970-1761

Die spezifischen Vorzüge der lösemittelfreien Pulverlackierung, wie hoher Materialnutzungsgrad, keine immissionsschutzrechtliche Genehmigungsbedürftigkeit u.a.m., prädestinieren sie für flächige aber auch für komplex gestaltete Metallwaren im ESD-Umfeld (electrostatic discharge). Elektrisch ableitfähige Pulverlackbeschichtungen stellen in der Praxis eine ständige Herausforderung dar, da die zugesicherte Eigenschaft, nämlich eine über das Beschichtungsteil gleichmäßige, innerhalb der geforderten Werte liegende elektrischen Ableitfähigkeit, nicht gewährleistet werden kann.

Ableitfähig ist laut der TRGS 727 ein Medium oder ein Material mit einem Oberflächenwiderstand von mehr als  $10^4 \Omega$  und weniger als  $10^9 \Omega$  gemessen bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchte oder weniger als  $10^{11} \Omega$  bei 30% relativer Luftfeuchte.

Wird das Verlassen der Spezifikationsgrenzen nicht erkannt, so führt dies beim Kunden zum Funktionsversagen verbunden mit Reklamationen, Regressansprüchen, Nachlieferungen und Lieferverzögerungen beim bzw. durch den Lieferanten. Wird der Defekt bei der Herstellung erkannt, bedeutet dies für den Hersteller dennoch hohe Kosten durch Nacharbeit, unwirtschaftlich hohen Rohstoffeinsatz, Abfall durch Entlackung und kritische Lieferverzögerungen.

Aufgrund dieses hohen Risikopotentials ist die Marktpenetration in diesem Anwendungssegment lokal begrenzt, das Potential in Märkten wie der Photovoltaik und der Halbleiterbranche dagegen enorm. Die Märkte gehen mit sensiblen elektronischen Bauteilen um, die bei der Herstellung und Verarbeitung auf ESD-Arbeitsplätze und Lagersysteme angewiesen sind.

Ein sicheres Einhalten der Lieferspezifikation ( $R < 10^9 \Omega$  bei einer Schichtdicke  $< 90 \mu\text{m}$ ) würde einen deutlichen Wachstumsschub auslösen. Von Endkunden wird berichtet, dass das zur Verfügung stehende und genormte Verfahren zwar zum Einsatz kommt, aber meist nur mit im eigenen Hause angepassten und nicht in der Norm vorgesehenen Abwandlungen. So wird beispielsweise der Übergangswiderstand zwischen Messelektrode und Substrat auf definiert niedrigem Niveau gehalten, indem ein feuchtes Tuch zwischengeklemt wird, nur um den Messprozess in einigermaßen „trockene Tücher“ zu bekommen. Die Endkunden bestätigten uns, dass ein erheblich verbessertes Messverfahren bei Auditierung ihres Portfolios, auch unter den nicht gegebenen Voraussetzungen einer verbindlichen Norm, zum Einsatz kommen würde.

**Verpackungslacke – Herausforderung Lebensmittelkonformität**

C. A. Schaumberg, Lehrte/DE, ACTEGA GmbH, Industriestraße 12, 31275 Lehrte, Deutschland

Verpackungen müssen vielfältige Anforderungen erfüllen. Die wichtigsten sind zweifellos der Schutz des verpackten Gutes und eine ansprechende Erscheinung. Überwiegend werden dazu Beschichtungen auf das eigentliche Verpackungsmaterial aufgebracht. Der Verpackungslack muss unter anderem chemisch inert, flexibel, abriebfest und optisch ansprechend sein. Kommt die Verpackung direkt oder indirekt mit Lebensmitteln in Kontakt, ergibt sich eine weitere Herausforderung: die Konformität mit den geltenden Regularien im Lebensmittelbereich.

Berechtigterweise erwartet der Konsument, dass von Lebensmitteln keinerlei Gefahren für seine Gesundheit ausgehen. Daher dürfen von einem Verpackungslack keine giftigen oder erbgutschädigenden Substanzen auf das Lebensmittel übergehen. Um dies sicherzustellen werden von staatlicher Seite umfangreiche und fortlaufend aktualisierte Regularien erlassen. Obgleich das Ziel in allen Fällen das gleiche ist, nämlich der Schutz des Verbrauchers, unterscheiden sich die Regularien in vielen Ländern und Regionen teils deutlich voneinander. Speziell für global tätige Unternehmen ist eine detaillierte Kenntnis dieser Regularien unerlässlich. Im Vortrag wird daher auf einige Besonderheiten europäischer, asiatischer und amerikanischer Vorschriften eingegangen [1].

Die Sicherstellung der Einhaltung von regulatorischen Anforderungen ist wiederum eine äußerst komplexe Aufgabe, welche die Einbindung praktisch aller Unternehmensbereiche erfordert. So gilt es 1.) adäquate Formulierungsstrategien zu entwerfen, um den Eintrag von kritischen Substanzen auszuschließen, 2.) durch ein umfassendes Rohstoffmanagement und detaillierte Rohstoffprüfungen die Menge an NIAS (*non-intentionally added substances*) zu minimieren und 3.) mit verlässlichen Produktionsprozessen Kontaminationen zu vermeiden. Unabdingbar für die Erfüllung der genannten Punkte ist dabei eine leistungsfähige Analytik. Neben Migrationsuntersuchungen mit Lebensmittelsimulanzien und der IR-Spektroskopie werden vor allem gas- und flüssigchromatographische Verfahren eingesetzt. Speziell der Einsatz modernster HPLC-TOF-MS Kopplungen leistet für die Verpackungslackanalytik einen entscheidenden Beitrag [2] und soll daher im Detail diskutiert werden.

[1] EU: Food Contact Materials Regulation (EC) No 1935/2004; China: General Safety Requirement for FCM GB4806.1; USA: FDA, Code of Federal Regulations Title 21 Part 175.

[2] J. Simal-Gandara et al. *Critical Reviews in Analytical Chemistry* **2002**, 32 (1), 47-78.

**Foulprotect: Biozidfreie und strukturierte Beschichtungen durch Domainensysteme**

S. Buchbach, Bremen, A. Brinkmann

Fraunhofer Institut IFAM, Wienerstraße 12, 28359 Bremen

Bewuchs oder auch Fouling sind ein unvermeidlicher und unter Wasser zwangsläufig eintretender Prozess, von dem alle technischen Oberflächen betroffen sind, welche sich für längere Zeit im Wasser befinden. Die Folgen für die Schifffahrt und maritime Bereiche wie Energieerzeugung und Offshore-Strukturen liegen vor allem in der Gewichtszunahme, der massiven Erhöhung des Reibungswiderstands und der verstärkten Korrosion. Da herkömmliche biozidhaltige Antifouling-Technologien, die auf der Abgabe von Bioziden und einer Auflösung der Lackmatrix zur Freisetzung beruhen, hinsichtlich ihrer Umweltverträglichkeit kritisch zu betrachten und weitere Verbote seitens des Gesetzgebers wahrscheinlich sind, müssen völlig neue Ansätze gesucht und entwickelt werden. Auch aus diesem Grund ist die Entwicklung von biozidfreien Antifouling-Lösungen ein Feld von steigender Bedeutung.

In dem Vortrag werden neu entwickelte Domainenstrukturen auf Basis von Mikro- und Makrophasen vorgestellt, die einen sehr guten Foulingsschutz darstellen. In aufwendigen Labor – und Feldversuchen in Nordsee und Mittelmeer konnte ein Foulingsschutz von mindestens 12 Monaten nachgewiesen werden. Diese Beschichtung ist so entwickelt worden, dass diese auch durch mechanische Abreinigung (z.B. Bürsten oder Wasserstrahltechnik) beständig bleibt.

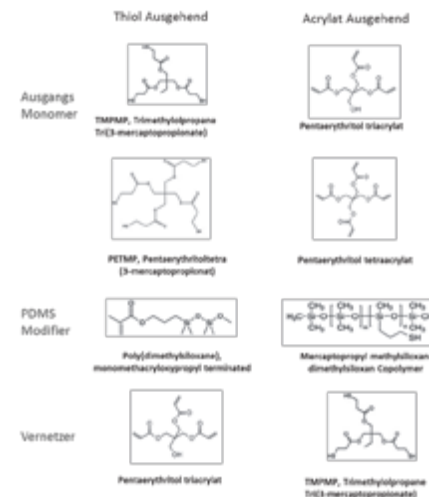


Abbildung 1: Lackrezeptierung

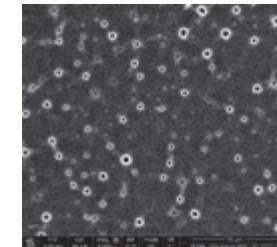


Abbildung 2: REM-Aufnahme Mikrodomänen

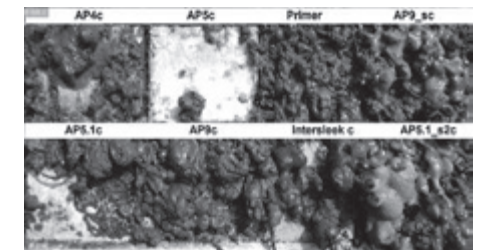


Abbildung 3: Feldauslagerung Nordsee 12 Monate

# VORTRÄGE

## Pigmente



**Wahrnehmungen im Lack – alles wirklich?**

Werner Rudolf Cramer

Hafenweg 22, 48155 Münster

[www.wrcramer.de](http://www.wrcramer.de)

Es sind die Pigmente im Lack, die diesem Farbigkeit verleihen. Sie manipulieren das Licht, welches auf sie fällt, wobei die Art der Manipulation für den Sehvorgang und das Farbempfinden keine Rolle spielt. Das Auge empfängt die Lichtstrahlen, die von diesem Pigment ausgesendet werden, und wandelt diese in eine Farbempfindung um.

Was bei der Manipulation des Lichtes durch Pigmente passiert, ist für unsere Wahrnehmung nicht ersichtlich. Auch wenn wir glauben, alles zu sehen und dieses für die Wirklichkeit zu halten, so ermöglicht erst die Farbmessung eine objektive Beschreibung der Lichtstrahlen. Alles, was vor dem Auge passiert, hat mit dem Sehvorgang und der Wahrnehmung nichts zu tun: Für eine grüne Farbempfindung ist es egal, ob diese durch ein grünes Pigment oder eine Mischung eines gelben und blauen Buntpigmentes erzeugt wird.

Für die optische Beschreibung eines Pigmentes ist die Kenntnis seiner Reaktion auf Licht interessant und wichtig: Einerseits dient sie zum Erstellen neuer Farbmuster (Design) und andererseits hilft sie gleichermaßen beim Nachstellen vorhandener Lackmuster. So erkennen wir nicht, dass ein gelbes Buntpigment nicht nur im gelben, sondern auch im roten und grünen Spektralbereich reflektiert. Die Lichtstrahlen aus diesen Bereichen werden vom Auge und Gehirn additiv zu Gelb zusammengesetzt. Wenn nun Gelb im grünen Spektralbereich und Blau auch in diesem reflektieren, bleibt Grün beim Mischen dieser Buntpigmente sozusagen übrig. Grün ergibt sich zwar durch Mischen, ist aber selber keine Mischfarbe.

Interessant sind purpurfarbene Buntpigmente, die sowohl im blauen als auch roten Spektralbereich reflektieren. Wir nehmen Purpur als einzelne Farbe wahr, die allerdings nicht als einzelne Spektralfarbe im Spektrum vorkommt. Hier wird die Leistung unseres Gehirns deutlich, die Farben des jeweiligen Spektrumsendes zu einer neuen Farbe zu vereinen und damit den Farbkreis zu schließen.

Eine besondere Pigmentart sind die Interferenzpigmente; sie teilen das einfallende Licht in Reflexions- und Transmissionsanteile. Und ihre Farben sind extrem winkelabhängig bezüglich der Beleuchtung und Beobachtung. Bei und mit ihnen passieren – man könnte fast sagen – wunderliche Dinge im Lack: Sie können auch zwei oder drei Maxima in ihren Reflexionsspektren aufweisen, sie mischen sich additiv – Gelb und Blau ergibt Weiß. Oder Gelb mit Grün führt zu Orange.



### Die Erweiterung des Farbraums durch neue Effektpigmente

T. Vogel, Ludwigshafen/D, R. Schmid, Ludwigshafen/D, A. Wosylus, Besigheim/D

Dr. Till Vogel, BASF Colors & Effects GmbH, An der Rheinschanze 1,  
67059 Ludwigshafen/D

Neue Designtrends in der Lackindustrie benötigen neue innovative Pigmente. Insbesondere im Bereich der Effektpigmente sind in den letzten Jahren bemerkenswerte Fortschritte in den koloristischen Eigenschaften erreicht worden. Mit Eisenoxidfilmen beschichtete Aluminiumplättchen zeigen dabei besondere koloristische Eigenschaften, wie hohes Chroma, metallischen Glanz bei gleichzeitig gutem Deckvermögen, die auf der Kombination von Lichtreflektion am metallischen Substrat, selektiver Absorption der Eisenoxidschicht sowie Interferenzeffekten an dünnen Filmen beruhen [1]. Seit der Markteinführung der ersten Eisenoxid-beschichteten Aluminium-Effektpigmente unter dem Handelsnamen Paliocrom® vor über 25 Jahren hat sich BASF zum Marktführer dieser Pigmentklasse entwickelt, deren Hauptanwendungsgebiet brillante Automobillackierungen im goldenen bis roten Farbtonbereich sind.

Es gibt prinzipiell zwei wirtschaftlich bedeutende Herstellprozesse für derartige Effektpigmente: Die Gasphasenabscheidung in einer Wirbelschicht, in der Eisenpentacarbonyl mit Sauerstoff zu Eisenoxid reagiert und sich filmartig auf das Aluminiumsubstrat absetzt und das naßchemische Verfahren, bei dem Eisenhydroxide aus wässriger Lösung abgeschieden werden. Bei beiden Synthesewegen wird plättchenförmiges Aluminium als Startmaterial eingesetzt, wobei vor allem Silberdollar-Typen hoch brillante Farbtöne ermöglichen [2]. Beim Gasphasenprozess wird pulverförmiges Aluminium eingesetzt, dass aufgrund seiner Staubexplosivität an Luft in der Produktion einen erhöhten Sicherheitsaufwand erfordert. Beim naßchemischen Verfahren können Aluminiumpasten eingesetzt werden, jedoch ist in diesem Fall eine vorgelagerte Passivierung nötig, um die Oxidation von Aluminium unter Bildung von Wasserstoff zu verhindern.

Durch eine Weiterentwicklung unseres Herstellprozesses konnten verbesserte Pigmente mit bislang ungeahnten koloristischen Eigenschaften erhalten werden, die einen neuen Benchmark im Bereich goldener bis roter Effektpigmente darstellen. Mit Paliocrom® Brilliant Red L3258 und Paliocrom® Premium Gold EH1 sind die ersten beiden Effektpigmente basierend auf dieser neuen Technologie hergestellt und 2017 in den Markt eingeführt worden.

Das volle Potential dieser hochchromatischen Effektpigmente wird sichtbar in der Kombination mit transparenten gelben, orange- oder rotfarbenen organischen Pigmenten. Die von Lack-Designern schon lange gewünschte Erweiterung des Farbraums mit aufregenden, hochchromatischen Stylings kann endlich realisiert werden.

References:

[1] Ostertag et al., *Farbe und Lack* **1987** 973-976. [2] Schmid, *European Coatings Journal* **2014** 33-37.

### Morphologiekontrolle im Nanometer-Bereich: Anwendung auf die Einkapselung von Metall-Effektpigmenten

O. D. Bedford, Hartenstein/D, S. Hittl, Hartenstein/D, O. Struck, Hartenstein/D

Dr. Oliver D. Bedford, Eckart GmbH, Günterstal 4, 91235 Hartenstein/D

Heutzutage ist der Korrosionsschutz von Metall-Effektpigmenten (Aluminium oder „Goldbronze“, eigentlich: Messing) durch Einkapselung mit Silica (SiO<sub>2</sub>) Stand der Technik. Insbesondere auf dieser Technologie aufbauende Premiumprodukte für Pulver- oder wasserbasierte Lacke sind breit verfügbar. Obwohl SiO<sub>2</sub>-behandelte Pigmente ausgezeichnete Eigenschaften in Hinblick auf Stabilität, Optik, Deckungsvermögen und einfache Handhabung bieten, sind für zukünftige Märkte mit steigenden und verschiedenartigen Anforderungen weitere Entwicklungen nötig.

In der vorliegenden Arbeit zeigen wir, wie die Flexibilität der zugrundeliegenden Sol-Gel Chemie es erlaubt diese Anforderungen zu erfüllen. Nach einer Einführung in die allgemeine silan-basierte Einkapselung, konzentrieren wir uns auf neue Konzepte und präsentieren einige ausgewählte Anwendungen.

Ausgehend vom klassischen Sol-Gel-Prozess ist ein Aspekt der aktuellen Forschung die Erhöhung der Kompatibilität der Silica-Phase zu anderen organischen oder anorganischen Phasen. Dieser Multiphasen-Ansatz führt zu verbesserten oder neuen Eigenschaften, z.B. Korrosionsbeständigkeit, Farbe oder elektrischer Leitfähigkeit. Für die Anwendungsperformance ist es essenziell die Morphologie auf der Nano-Skala kontrollieren zu können. Als unerwünschte Nebenreaktionen muss bei Metall-Effektpigmenten immer mit Agglomerationen und/oder Verlust der Orientierung gerechnet werden.

Die Wechselwirkungen über die rein anorganischen oder organisch-anorganischen Grenzflächen hinweg können über Organosilane, durch Modifizierung der Nicht-Silica-Phase und/oder durch andere Metalloxide (MO<sub>x</sub>) beeinflusst werden.

Durch Nutzung dieser allgemeinen Prinzipien können organisch-anorganische Hybrid- und MO<sub>x</sub>-Einkapselungen hergestellt werden, die die Korrosionsbeständigkeit in wässrigen Lacken deutlich verbessern, d.h. die zu geringerer Gasung (gleichbedeutend mit guter Stabilität von Aluminiumpigmenten in protischen Systemen) auch unter verschärften Bedingungen führen (hoher pH-Wert, Anwesenheit korrosiver Spezies).

Auf ähnlichem Weg können organische oder anorganische Pigmente in die SiO<sub>2</sub>-Matrix eingebunden werden, womit attraktive farbige Metallpigmente zugänglich sind.

Als ein Beispiel für funktionale Anwendungen wird gezeigt, wie das Grenzschicht-Design die Präparation von elektrisch leitfähigen Pigmenten mit verbesserter Performance erlaubt.

Durch Erweiterung der rein Silica-basierten Chemie kann der Sol-Gel-Werkzeugkasten für die Stabilisierung von Metall-Effektpigmenten wesentlich erweitert werden und ist in der Lage die konstant wachsenden Anforderungen hinsichtlich Ästhetik und funktionaler Leistung zu erfüllen.

## POSTER



© Guido Raab/wikipedia

**Utilizing electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and simultaneous Kelvin Probe(KP)- Raman spectroscopy to investigate the diffusion/migration of electrolyte along the metal/water-borne organic coating interface**

Shima Khazraee Sheidaee Mehr<sup>a,b</sup>, Wolfgang Bremser<sup>b</sup>, Michael Dornbusch<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Niederrhein University of Applied Sciences, Adlerstraße 1, 47798 Krefeld, Germany

<sup>b</sup> Paderborn University, Warburg Str. 100, 33098 Paderborn, Germany

Water-borne organic coatings are eco-friendly coatings extremely applied to protect metallic substrates from corrosion. In this work, several water-borne coatings were prepared and studied precisely to achieve the best model polymer coating toward corrosion protection. The barriers properties of the coating towards water diffusion is so important because the presence of the water causes loss of adhesion and acts as the medium for the diffusion of oxygen and aggressive ions. Therefore, the capacity of the coating which is an important parameter and displays the water up-take in the coating measured by electrochemical impedance spectroscopy (EIS). Furthermore, the mechanisms behind diffusion or migration of corrosive species at the metal-polymer interface plays an important role in the long-term performances of the coated materials. Hence, to understand the fundamental processes of the electrolyte transport at metal-polymer coating and the delamination underneath of the model polymer coatings on steel panels the powerful technique such as simultaneous Kelvin Probe(KP) with Raman spectroscopy was utilized. Furthermore, microscopic methods such as SEM/EDX or AFM were applied to observe the microstructure of the coating and the plasticizing behaviour of the polymer. Simultaneously, the technical clear and pigmented organic coating were characterized using spectroscopic method such as infrared spectroscopy in attenuated reflection (IR-ATR), Raman and UV-VIS to analysis the effect of rust inhibitors and polymer structure in reducing of cathodic dis-bonding of a coating and delamination rate.

## Conformational study of melamine crosslinkers and spectroscopical comparison of HMMM molecules by practical measurements and quantum chemical calculations

J. Wysoglad, Kreuztal, Essen/D; Dr. J-E. Ehlers, Kreuztal/D; T. Lewe, Dortmund/D;  
Prof. Dr. M. Dornbusch, Krefeld/D; Prof. Dr. J. S. Gutmann, Essen/D

To understand and improve network formation processes and performance properties makes structural molecular studies critically important for the coil-coating industry. Due to the high molar masses and predominantly terminal OH-groups in polyester binder systems for coil coating processes it is hardly possible to crosslink pure polyester molecules. Therefore, crosslinking agents such as hexamethoxymethylmelamine (HMMM) or less methylated derivatives, e.g. methoxymethylmelamine (MMM), are often added to the coating formulation [1]. For molecules with considerably fewer atoms and accordingly less rotational freedoms (such as MMM) it is quite possible to appreciate essential conformations. Thus, an MMM conformer study is straightforward and serves as orientation and oversimplification concerning HMMM conformer studies. For HMMM molecules we developed an extensive computation method to investigate the conformational distribution average and probably the most likely molecular structures. Using the density functional theory (DFT) B3LYP method with Dunning's correlation basis set, calculations were performed to investigate the three-dimensional structural geometries of HMMM (basis set cc-pVDZ) and MMM (basis set cc-pVTZ). Beginning with 1500 conformations for HMMM and using various cut-off filters we focused on final residual 22 conformers for solvent phase calculations and 16 conformers for gas phase calculations. To the best of our knowledge, this is the first time that chemical properties for melamine crosslinkers were presented under consideration of conformational population distribution. Thus, computations of full optimized structural geometries, energies and vibrational states indicate that preferred structural alignments for the methoxymethyl (MM) group in melamine molecules exist. Nevertheless, we suppose that as a matter of principle the MM group of MMM molecules can perform rotations by itself easily and all conformational structure geometries of MMM will exist. Concerning the MM groups position comparing to triazine plane HMMM molecules have two main configurations, "3up-3down" and "4up-2down", as dominant conformer species. Computations of weighted and averaged IR and Raman spectra of final conformations for HMMM monomers, dimers and trimers at ambient temperature are novel and in good agreement with experiment. Prediction of final UV-Vis spectrum for top ten Boltzmann-weight and averaged monomeric HMMM conformers is in perfect agreement with practical measurement of commercially available HMMM. Finally, using the optimized structural geometries for melamine molecules we open up new possibilities to simulate crosslinking reactions using quantum chemical calculations.

References:

- [1] W.R. Zhang, T.T. Zhu, R. Smith, C. Lowe, Prog. Org. Coat. 69 (4) (2010) 376–383.

## Untersuchung der Wasser- und Elektrolytaufnahme von unterschiedlich pigmentierten ACC-Beschichtungen mittels spektroskopischer und mikroskopischer Messmethoden

Y. Ophardt, Krefeld/D

Yasmin Ophardt, Hochschule Niederrhein, Adlerstraße 1, Krefeld/D

Mit spektroskopischen und mikroskopischen Messmethoden (Elektrochemische Impedanz Spektroskopie (EIS), Infrarot Spektroskopie (IR), UV-VIS Spektroskopie, Rasterelektronenmikroskop mit energiedisperser Röntgenanalyse (REM/EDX)) wird die Wasser- und Elektrolytaufnahme von unterschiedlich pigmentierten Autophorese-Beschichtungen untersucht.

Die UV-VIS-Spektroskopie in diffuser Reflexion erlaubt die Messung der Elektrolytmenge (CTTS-Übergang [1]) die Mittels REM/EDX verifiziert werden kann, während die IR-Spektroskopie die Wasseraufnahme ermittelt und zudem zwischen freien und gebundenen Wasser unterschieden werden kann und schließlich auch Informationen über strukturelle Änderungen liefert [2].

Die Kombination der spektroskopischen Methoden erlaubt eine gleichzeitige Bestimmung der Elektrolyt- und Wasseraufnahme in Abhängigkeit von der Pigmentkonzentration.

Die spektroskopischen Daten können zur Analyse der Transportprozesse in der Beschichtung genutzt werden, die wiederum mit der EIS zugänglich ist.

Die im Rahmen der Belastungszeit mit 3% NaCl-Lösung von 72 Stunden gefundenen unterschiedlichen Transportprozesse können somit auf den Transport von Wasser und/oder Elektrolyt und auf strukturelle Veränderungen innerhalb der Beschichtung zurückgeführt werden, wobei in dieser Arbeit der Fokus auf die Anhängigkeit der Transportprozesse von der Pigmentkonzentration in der Beschichtung liegt.

Die bereits in [1] gefundenen Transportprozesse an Klarlacken werden in dieser Arbeit aufgrund der Kombination der verschiedenen Methoden durch neue Transportprozesse erweitert, um so ein besseres Verständnis zum Pigmenteffekt hinsichtlich des Korrosionsschutzverhaltens von Beschichtungen zu erlangen.

References:

- [1]: M. Dornbusch, S. Kirsch, C. Henzel, C. Deschamps, S. Overmeyer, K. Cox, M. Wiedow, M. Dargatz, U Meisenburg, *Characterization of the Water Uptake and Electrolyte Uptake of Organic Coatings and the Consequences by Means of Electrochemical Impedance Spectroscopy and UV-VIS Spectroscopy*, **Prog. Org. Coat.** **89 (2015), 332-343**
- [2]: M. Reichinger, W. Bremser, M. Dornbusch, *Interface and volume transport on technical cataphoretic painting: A comparison of steel, hot-dip galvanised steel and aluminium alloy*, **Electrochim. Acta** **231 (2017) 135-152**



## Untersuchung von amphiphilen Oberflächen zur Verhinderung von marinem Biofouling

S. Prinz, Essen/D, K. Roland, Essen/D, M. Dornbusch, Krefeld/D

Stephan Prinz, Evonik Resource Efficiency GmbH, Goldschmidtstraße 100, Essen/D

Biofouling beschreibt den unerwünschten biologischen Bewuchs von Oberflächen, die in Kontakt mit Wasser sind, wie zum Beispiel Schiffsrümpfe. Ein mit Mikroorganismen oder Schalentieren bewachsener Schiffsrumpf weist einen erhöhten Strömungswiderstand sowie ein höheres Gewicht auf. Im Vergleich zu einem unbewachsenen Schiffsrumpf führt dies zu einem erhöhten Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub> Ausstoß bei gleicher Geschwindigkeit. [1] Um diesem Bewuchs entgegen zu wirken, wurden spezielle Antifouling-Lacke entwickelt. Am häufigsten werden solche verwendet, die Biozide enthalten. Aufgrund ihrer umweltschädlichen Wirkung unterliegen diese allerdings zunehmend strengeren Regularien. Eine biozidfreie Lösung stellen unter anderem Foul-Release Beschichtungen dar. [2]

In dieser Arbeit werden Foul-Release Beschichtungen hinsichtlich ihrer Oberflächenstruktur charakterisiert. Diese verhindern auf physikalischem Wege den Bewuchs von Schiffsrümpfen. Außerdem bewirken sie durch einen Selbstreinigungs-Effekt eine erleichterte Entfernung, falls es doch zu einem Bewuchs kommen sollte. Möglich ist dies durch die gezielte Kombination von hydrophilen und hydrophoben Bestandteilen der Beschichtung. Als Bindemittel wurde ein amphiphiles Silikon-Hybrid-Harz entwickelt, welches sich aus einem hydrophoben Silikon-Epoxid-Harz und einem hydrophilen Harz zusammensetzt. Die hydrophilen Anteile der Beschichtung orientieren sich bei Wasserkontakt zur Wasserphase und bilden eine Hydrathülle, welche eine Art Tarnkappe für das Schiff darstellt. Dadurch wird den Mikroorganismen vorgetäuscht, dass es sich nicht um einen Schiffsrumpf handelt, wodurch die Oberfläche vor Bewuchs geschützt wird. Die hydrophoben Anteile sorgen in Verbindung mit der, während der Fahrt entstehenden Strömung für einen vereinfachten Abtrag der Anlagerungen. Zur Oberflächencharakterisierung kommen zum Beispiel Kontaktwinkelmessungen, Raster-elektronenmikroskopie und Infrarotspektroskopie zum Einsatz.

### Referenzen:

- [1] Zouh, Feng (Hg.): *Antifouling Surfaces and Materials, From Land to Marine Environment*, Springer-Verlag Berlin / Heidelberg, 2015, S. V.  
 [2] Hellio, Claire / Yebra, Diego (Hg.): *Advances in marine antifouling coatings and technologies*, Woodhead Publishing Limited Oxford / Cambridge / New Delhi and CRC Press LLC Boca Raton / Boston / New York / u.a., 2009, S. 7 ff.

## Simulationsgestützte Vergleichsstudie von Glockentellerkonfigurationen für ein optimiertes Benetzungsverhalten im Lackierprozess

U. Bayer, Dr. M. Bohem

Eisenmann SE, Daimlerstraße 5, 71038 Holzgerlingen

Beim industriellen Lackierbetrieb beeinflusst die Konfiguration des Glockentellers, insbesondere bezogen auf die Geometrie des Bauteils und der eingesetzten Verteilscheibe, maßgeblich das Lackierergebnis. Außerdem spielen die prozessrelevante Drehzahl der Turbine und die Materialeigenschaften des Lacksystems eine entscheidende Rolle.

Im Rahmen der gegenwärtigen Masterarbeit soll das Benetzungsverhalten von verschiedenen Medien auf dem Glockenteller eines Hochrotationszerstäubers im Lackierprozess untersucht werden. Hierzu sollen verschiedene Glockentellergeometrien bei wechselnden Betriebsparametern simulativ betrachtet werden. Die Studie umfasst den Aufbau von Simulationsmodellen für verschiedene Glockentellerkonfigurationen und vergleicht die numerischen Daten mit experimentellen Versuchen. Über mehrere Iterationsschritte werden theoretische Berechnung und reale Versuche ausgewertet und das Simulationsmodell verfeinert, bis hin zur bestmöglichen Referenz-Konfiguration des Glockentellers für den jeweils spezifischen Anwendungsfall.



### References:

- [1] M. Kuhnenn et al., *Int. J. Multiphase Flow*. **2018**, **100**,30-40.  
 [2] T. Soma et al., *Int. J. Multiphase Flow*. **2015**, **70**,96-103.  
 [3] J. Domnick et al., *Part. Part. Syst. Charact.* **2005**, **22**,141-150.



## High-power near-infrared light sources for radical and cationic polymerization of coatings

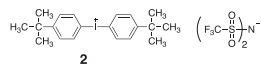
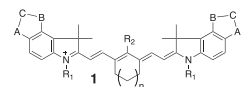
Y. Pang, Krefeld/D, M. Gläser, Krefeld/D, A. Gülz, Krefeld/D, C. Schmitz, Krefeld/D, B. Strehmel, Krefeld/D

Yulian Pang, Niederrhein University of Applied Sciences, Department of Chemistry, Institute for Coatings and Surface Chemistry, Adlerstraße 1, D-47798 Krefeld, Germany

yulian.pang@hs-niederrhein.de

We introduce a new LED device for near-infrared (NIR) curing applying photopolymerization technology. The market for such devices providing high power is small. Such LEDs are mostly available upon request as custom-made productions, even though technical realization of this kind is comparable to high power UV-LEDs and could be produced at a large scale. NIR-LEDs offer advantages for the coating industry in comparison to IR radiator possessing a compact design and to expose localized areas resulting in saving of space and energy.

Suitable initiator systems comprise a heptamethine cyanine as a NIR absorber **1** ( $R_2$ : barbital, -S-Phenyl, -Phenyl, -Cl, -N(Ph)<sub>2</sub>; A, B and C represent a substitution pattern that may close the ring or keep it open) and iodonium salt **2** as coinitiator. This generates initiating radicals and/or cations by a photoinduced electron transfer. The absorption ranges between 750 to 1100 nm. Internal conversion mainly directs non-radiative deactivation of the excited state as the most likely deactivation process whereas the chemical reaction of the excited state with **2** possesses an important function for chemical curing and solidification of coatings. This generation of initiating species and heat can be applied for several industrial coatings. Thus, this device provides the possibility to introduce heat into a system by conversion of radiation into heat by non-radiative deactivation and to initiate photochemical processes by exposure of large areas. The latter can be assigned to radical and cationic polymerization using (meth)acrylates and aziridine monomers, respectively. Our prototype exhibited an emission maximum at 805 nm with a power of 2.5 W/cm<sup>2</sup>. The area exposed was about 10 cm<sup>2</sup>. This device enables the opportunity to achieve temporary a temperature of about 150°C depending on the absorber embedded and its concentration.



We investigated about two dozen of heptamethine absorbers varying in structure and anion. They were

combined **2** resulting in loss of the green colour and therefore bleaching upon exposure at 805 nm. These systems were embedded in multifunctional radical and cationic crosslinkable monomers resulting in crosslinking followed by FTIR. This bleaching helps to cure thick samples. Furthermore, it enables the opportunity to cure coating embedded with functional materials covering an absorption in the UV and visible region. This helps to continue with photoinitiated curing where UV curing approaches its limit. Particular the hybrid function of such systems, that is the opportunity to initiate thermal and photonic processes, opens the opportunity to replace energy wasting oven processes by such new LED devices.

## Visualisierung von Transportvorgängen in Beschichtungen

S. Paul, Krefeld/D, M. Dornbusch, Krefeld/D

Susanne Paul, Hochschule Niederrhein, Adlerstraße 1, Krefeld/D

Neben ihrer dekorativen Wirkung dienen Beschichtungen jeher vor allem zum Schutz des beschichteten Substrats. Um diese Wirkung gezielt verstehen und nutzen zu können, ist es notwendig das Verhalten der Beschichtung unter Umwelteinflüssen zu erforschen. So zum Beispiel auch Transportvorgängen von Wasser oder Elektrolyten durch die Beschichtung oder entlang ihrer Grenzflächen.

Diese Arbeit zeigt eine neue Methode jene Transportvorgänge optisch zu verfolgen. Zu diesem Zweck wurde eine mit fluoreszierendem Farbstoff markierte Beschichtung verwendet, wodurch sowohl chemische Reaktionen als auch Transportphänomene farblich markiert werden können. An diesen Beschichtungen wurden gezielt Defekte angebracht um Elektrolytlösungen, z.B. NaCl 3% in H<sub>2</sub>O, eindringen zu lassen. Die Vorgänge in der Beschichtung werden mittels optischer Mikroskopie, Fluoreszenzmikroskopie, UV/VIS-Spektroskopie, IR-Spektroskopie und Fluoreszenzspektroskopie beobachtet. Mittels Langzeit-Videoaufnahmen können Transportgeschwindigkeiten sowie Diffusionskonstanten ermittelt werden, insbesondere das unterschiedliche Diffusionsverhalten von Wasser und Elektrolyt [1]. Ferner können die Pfade des Transports visualisiert werden, um ein besseres Verständnis dieser Phänomene zu erlangen.

Mit Hilfe dieser Methode können verschiedenste Umwelteinflüsse, Beschichtungssysteme und Substrate miteinander kombiniert und ihr Verhalten untereinander simuliert werden.

### References:

- [1] M. Dornbusch, S. Kirsch, C. Henzel, C. Deschamps, S. Overmeyer, K. Cox, M. Wiedow, M. Dargatz, U Meisenburg, Characterization of the Water Uptake and Electrolyte Uptake of Organic Coatings and the Consequences by Means of Electrochemical Impedance Spectroscopy and UV-VIS Spectroscopy, Prog. Org. Coat. 89 (2015), 332-343

## Biobased Flexible Polyurethane Coatings Prepared from Kraft Lignin: One-Pot Synthesis and Antimicrobial Activity

S. E. Klein, Rheinbach/D, S. Brück, Rheinbach/D, J. Rumpf, Rheinbach/D, I. Korte, Bonn/D, J. Kreyenschmidt, Bonn/D, Matthias Rehahn Darmstadt/D, Margit Schulze, Rheinbach/D

Prof. Dr. Margit Schulze, Hochschule Bonn-Rhein Sieg, Von-Liebig-str. 20, 53359 Rheinbach

Lignin, a valuable by-product of the paper and pulping industry, is available in industrial scale as black liquor produced via Kraft pulping in pulp and paper industry [1]. So far, the lignin utilization is limited to energetic use (combustion) due to the complex random lignin structure. Lignin consists of three monolignol building blocks containing aliphatic and aromatic hydroxyl groups that determine the chemical reactivity and enable polyurethane formation [2]. Due to the high importance of polyurethanes in various areas (construction, packaging, biomedicine) biomass-based PU gain increasing interest [3].

The contribution summarizes lignin isolation from hard wood and subsequent utilization of the isolated and purified lignin as polyol component in polyurethane synthesis. In detail, Kraft lignin is extracted from industrial black liquor via acidic precipitation using  $H_2SO_4$  [4]. FTIR spectra of Kraft lignin show characteristic OH bands and CH signals in the fingerprint region. Three distinct UV-Vis absorptions are observable at 220 nm, 245 nm, and 300 nm. For the One-Step synthesis of duroplastic polyurethanes the Kraft lignin was added to a diisocyanate, tetrahydrofuran, plasticizer and triethylamine mixture. Titration according to *ISO 14900:2001(E)* and  $^{31}P$ -NMR studies were performed to determine the hydroxyl number of Kraft lignin. The NCO:OH ratio and the pH level of Kraft lignin were varied to modify the mechanical properties of the resulting polymers.

Highly flexible and temperature stable lignin-based PU coatings are available. Structure analysis includes various methods: ATR-IR to confirm the formation of urethane bonds (N-H stretching at  $3382\text{ cm}^{-1}$ , C=O stretching at  $1620\text{ cm}^{-1}$ ); swelling behavior in different solvents confirming that lignin is completely incorporated in the PU network; scanning electron microscopy (SEM) and thermal analysis (TGA) showing highly flexible thin ( $d=159\text{ }\mu\text{m}$ ) and temperature resistant ( $150\text{-}170^\circ\text{C}$ ) bio-based PU coatings. First studies regarding antimicrobial activity are performed using gram positive bacteria (e.g. *S. aureus*) showing high resistance.

### References:

[1] Hemmilä V *et al. RSC Adv* **2017**, 7, 38604 [2] Griffini G *et al. ACS Sust. Chem Eng* **2015**, 3, 1145 [3] Hansen B *et al. J Polym Environ* **2016**, 24, 85 [4] Witzleben S *et al. J Chem Chem Eng* **2016**, 9, 494

Acknowledgement: Financial support is given Federal Ministry of Education and Research (BMBF) program IngenieurNachwuchs, project LignoBau (03FH013IX4).

## Der steinige Weg zum perfekten Lack

T. Leyh, Esslingen/D, S. Regn, Esslingen/D, L. Thiess, Esslingen/D  
Prof. Dr. M. Schackmann, Hochschule Esslingen, Kanalstraße 33, Esslingen /D

Auf dem Weg zur Entwicklung eines kommerziell erfolgreichen und wettbewerbsfähigen Lackes, aber auch in der Reklamationsbearbeitung, treten häufig Lackdefekte auf, bei denen es gilt die Ursache herauszufinden und geeignete Maßnahmen zu ergreifen. Die vielfältigen und sehr anspruchsvollen Endigenschaften in Bezug auf Optik, technische Leistungsfähigkeit und Verarbeitungsqualität erfordern jedoch ein hohes Maß an Oberflächengüte. Um diesen höchsten Ansprüchen zu genügen und möglichen Lackdefekten vorzubeugen, müssen Lacke ausgewogen formuliert und angepasst appliziert werden.

Im Folgenden wird eine Auswahl typischer Defekte dargestellt, sowie deren Ursachen und mögliche Lösungsansätze für ein makelloses Lackierergebnis diskutiert.

### References:

[1] ISO 4618:2014. [2] B. Müller, *Additive kompakt* **2009**. [3] J. Bielemann, *Lackadditive* **1998**. [4] B. Müller / U. Poth, *Lackformulierung und Lackrezeptur* **2017**.

### Mit nachwachsenden Rohstoffen zu polymerstabilisierten Seifenblasen

T. Wetzel, Esslingen/D, A. Weißenborn, Esslingen/D.

Prof. Dr. Elke von Seggern, Hochschule Esslingen, Kanalstraße 33, Esslingen/D

Stabile Seifenblasen herstellen, die beim Einfangen mit der Hand nicht zerplatzen, sich stapeln lassen und eine schillernde, möglichst beständige Polymerhaut ausbilden. Eine weitere Anforderung war, möglichst ungiftige Rohstoffe einzusetzen. Das Resultat dieser Aufgabe wird auf diesem Poster dargestellt. Beginnend mit der Auswahl der eingesetzten Rohstoffe, der Entwicklung und Prüfung der hergestellten Rezepturen. Und dem Handmuster, das gerne am Poster auch ausprobiert werden darf!

#### References:

Rachel Pepling, The simple interaction between soap and water molecules leads to bubble formation, *Chem. Eng. News* 81 (17), S. 34, 2003  
 Momoko Uen et al; Practical Chemistry of Long-Lasting Bubbles, *World Journal of Chem. Ed.*, Vol. 4, No. 2; S. 32-44; 2016,

### Rheologische Untersuchung von Pigmentpräparationen

C. Fuckert und G. Meichsner, Hochschule Esslingen, Kanalstraße 33, 73728 Esslingen/D, Georg.Meichsner@hs-esslingen.de

Die Wirtschaftlichkeit von Halbfabrikaten und Pigmentpräparationen wird meist durch einen möglichst hohen Pigmentgehalt erreicht. Eine gute Dosier- und Pumpfähigkeit in Tinting-Anlagen liegt bei niedriger Viskosität und möglichst geringer Abweichung vom newtonschen Fließverhalten vor. Je höher der Volumenbruchteil von Partikeln in kolloidalen Dispersionen – wie den Pigmentpräparationen – ist, umso höher ist die Viskosität und scherverdünnendes Verhalten tritt auf.

Das Poster zeigt, wie sich auf Basis der erweiterten Quemada-Gleichung [1] die Abhängigkeit der Viskosität  $\eta$  von der Pigmentbeladung ( $\phi_P$  = Volumenbruchteil Pigment) ermitteln lässt und die Effektivität von Dispergieradditiven unterscheiden werden kann [2].

#### References:

- [1] N. Willenbacher, K. Georgieva, Rheology of Disperse Systems, in: U. Bröckel, W. Meier, G. Wagner (Eds.), *Prod. Des. Eng.*, Wiley-VCH, Weinheim; etc., 2013: pp. 7–49.
- [2] C. Fuckert, G. Meichsner, Auf die richtige Menge kommt es an, *Farbe Lack*. (2017) 40–46.



