

**Fachgruppe
„Anstrichstoffe und Pigmente“**



**70. Vortragstagung
in Eisenach
21. - 23. September 2005**

Kurzfassungen aller Vorträge

Bautenschutz und Korrosionsschutz

E.Bagda :	<i>Was hat der Kunde vom Abperleffekt?</i>	3
K.Gaszner :	<i>Untersuchung der Verschmutzungsneigung von beschichteten Oberflächen</i>	5
D.Then :	<i>Photokatalytisch wirksame Innenfarbe</i>	8
K.J.Roschmann :	<i>Grundlegende Untersuchungen auf dem Gebiet wässrige Korrosionsschutz-Lacke</i>	10

Benetzung und Haftung

V.Stenzel :	<i>Kleben als Fügetechnik von organisch beschichteten Materialien</i>	11
B.Joos-Müller :	<i>Bestimmung und Beeinflussung der Haftfestigkeit von UV-Beschichtungen auf Metallen und Kunststoffen</i>	14
N.Pietschmann :	<i>UV-Lacke auf Metall</i>	16

Farben und Effekte

A.Huber :	<i>Living Sparkle – Der Einsatz von Aluminiumoxidpigmenten in Lacken</i>	18
T.Schuster :	<i>Effekt ohne Farbe</i>	19
F.J.Maile :	<i>Ergänzende Untersuchungen zur Charakterisierung von Effektpigment-Sedimenten</i>	21

Disperse Systeme

H.-J.Adler :	<i>Polymerpartikel – eine runde Sache?</i>	22
S.Struck :	<i>Eine neue Tensid-Technologie, Entschäumen und Benetzen mit Siloxan-Gemini-Tensiden</i>	26
L.Frischmann :	<i>Grenzflächen in modernen Lacksystemen</i>	29
T.Münzmay :	<i>Lösemittelfreie Sekundär-Dispersion für wässrige 2K-PUR-Lacke</i>	31
R.E.Lobnig :	<i>Entwicklung einer neuartigen experimentellen Methode zur Bestimmung der kritischen PVK von Beschichtungen mit Hilfe der Impedanzspektroskopie</i>	34
J.Hajas :	<i>Neuartige Netz- und Dispergieradditive für nichtwässrige, bindemittelarme oder bindemittelfreie Pigmentkonzentrate</i>	36

Oberflächeneigenschaften

M.Osterhold :	<i>Charakterisierung und physikalische Eigenschaften von Oberflächen</i>	38
A.Valenca :	<i>„Smart Surface“ – Oberflächenanalytik, die in die Tiefe geht</i>	39
E.Jürgens :	<i>Untersuchungen innerer Spannungen in anorganischen Sol-Gel-Beschichtungen</i>	41
W.Lindner :	<i>Biodeterioration, a phenomenon of the phase interface</i>	43

Was hat der Kunde vom Abperleffekt ?

Dr. Engin Bagda, DAW
Ober-Ramstadt, D

Der Kunde des 21. Jahrhunderts erwartet von einer Fassadenfarbe, dass sie gut haftet, gegen Feuchtigkeit schützt (geringe Wasseraufnahme), schnell austrocknet (hohe Wasserdampf-durchlässigkeit) und nicht verschmutzt. Als in den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts Pfannen mit Teflon® Beschichtung auf den Markt kamen, auf denen Angebranntes nicht haftete und Wasser abperlte, wurde der „Abperleffekt“ ein Synonym für nicht verschmutzbare Oberflächen. In den 80er Jahren kamen Textilien imprägniert mit Silikonen auf den Markt. Hier war die Werbung, dass wässrige, farbige Substanzen wie zum Beispiel Wein und Kaffee die Oberfläche nicht benetzen und abgetupft werden können. Ende des 20. Jahrhundert kam für Fassaden der Lotus-Effekt® mit dem Abperleffekt auf den Markt. Hier ist die Assoziation an die geringe Adhäsion auf Teflon® und die nicht Benetzbarkeit von Textilien mit Silikonimprägnierung. Beim Lotus-Effekt® wird behauptet, dass Partikel aus der Luft mit dem Regen von Fassaden abgewaschen werden. Die Frage ist: Was hat der Abperleffekt an Fassaden mit der Verschmutzung zu tun? Um das zu klären wurden drei Fassadenfarben untersucht:

- Eine Silikatfarbe mit der Bindemittelkombination Wasserglas und Acrylatdispersion (unter 5 %) , geringe Wasseraufnahme durch Silikonzusatz, hohe Wasserdampfdurchlässigkeit
- Eine Dispersionsfarbe mit einem Bindemittel Acrylatdispersion, T_G von ca. 20 °C, einer PVK von ca. 40 %, geringe Wasseraufnahme, mittlere Wasserdampfdurchlässigkeit
- Eine Silikonharzfarbe mit einer Bindemittel-kombination aus Acrylatdispersion, T_G von ca. 20°C, Silikonharzen, Zusatz von Silikonölen, einer PVK in der Nähe der KPVK, geringe Wasseraufnahme und hohe Wasserdampfdurchlässigkeit.

Durch Kontaktwinkelmessungen wurde festgestellt, dass die Silikatfarbe von Wasser benetzt wird, auf der Dispersionsfarbe Wasser einen Randwinkel von 80 ° bis 100 ° und auf der Siliconharzfarbe von 120° bis 140° hat. Es wurde weiterhin festgestellt, dass zwischen dem Randwinkel und der Wasseraufnahme kein Zusammenhang besteht. Der Grund ist, dass für die Wasseraufnahme neben Kapillarvorgängen Quellvorgänge eine Rolle spielen.

Diese drei Fassadenfarben wurden bei 60° und 90° Bewittert und die Vergrauung in Abhängigkeit der Zeit gemessen. Es bestätigte sich, dass die Silikatfarbe am wenigsten vergraut, auch wenn sie nicht kreidet. Bei der Silikonharzfarbe ist die Verschmutzung bei 60° eine andere als bei 90°, weshalb Produkte mit sehr geringer Benetzung nur in der Neigung bewittert werden sollten, für die sie vorgesehen sind. Auf solchen Oberflächen wirken Wassertropfen, insbesondere bei Nieselregen oder bei Taubildung, wie Brenngläser und der Dreck wird eingebrannt. Eine weitere Erkenntnis ist, dass Silikonöle, die sich an der Oberfläche anreichern zwar die Benetzung reduzieren aber zu einer starken Vergrauung führen. Dieses Phänomen zeigt, dass es bei der Verschmutzung nicht auf die Benetzung sondern auf den schon seit Jahrzehnten bekannten und bis heute nicht näher definierten „Tack“ (Klebrigkeit der Oberfläche) ankommt.

Dieser „Tack“ ist von der T_G des Bindemittels abhängig. Eine hohe T_G ist ein Garant für geringe Verschmutzung, es sei denn der „Tack“ wird mit Zusätzen erhöht und der Vorteil der hohen T_G hinsichtlich Verschmutzung reduziert. Da mit oder ohne hohe T_G des Bindemittels die Ablagerungen von Partikeln aus der Luft nicht zu verhindern sind und das Abwaschen mit dem Regen durch den Abperleffekt nicht gewährleistet ist, wird in den letzten Jahren in Verbindung mit der Nanotechnologie, die Fotokatalyse an Oberflächen untersucht. Es handelt sich dabei um das alte Prinzip, dass TiO_2 fotokatalytisch wirkt und organische Verbindungen abbaut. Das neue Ei des Columbus ist, die Fotooxidation mit TiO_2 so zu steuern, dass es keine Kreidung bewirkt, aber organische Ablagerungen abbaut. Dieses Phänomen haben wir mit den drei oben genannten Fassadenfarben untersucht, indem wir in einer Versuchsreihe nur gecoatetes (fotokatalytisch minimiertes) Rutil TiO_2 und in einer zweiten Reihe 1 % dieses Rutil TiO_2 durch Anatas TiO_2 ersetzt haben. Auch diese Versuchsreihen wurden bewittert und die Vergrauung, sowie die Änderung der Benetzbarkeit der Oberfläche mit der Zeit verfolgt. Der Zusatz von 1 % Anatas TiO_2 bewirkt bei allen untersuchten Fassadenfarben eine geringere Vergrauung. Hinsichtlich Benetzung bewirkt 1 % Anatas TiO_2 bei der Silikatfarbe nichts, bei der Dispersionsfarbe erhöht es mit der Zeit die Benetzbarkeit, bei der Silikonharzfarbe hat es keinen Einfluss auf die Benetzbarkeit. Keine dieser drei Beschichtungen zeigt bei 60° und 90° Neigung, nach 18 Monaten, eine messbare Kreidung. Bei einer anderen Versuchsreihe mit 5% Anatas wurde eine starke Kreidung festgestellt, die zu keiner Änderung der geringen Benetzbarkeit der Silikonharzfarbe führte.

Da die voll benetzbare Silikatfarbe am wenigsten, die mit Wasser mit 120° bis 140° benetzbare Silikonharzfarbe je nach Zusammensetzung mehr oder minder vergraut, als die mit Wasser 80° bis 100° benetzende Dispersionsfarbe, ist zwischen der Benetzbarkeit und der Vergrauung kein Zusammenhang. Die Vergrauung wird bei sonst gleichen Zutaten einer Rezeptur durch Zusatz von Anatas TiO_2 reduziert. Das Vorhaben für die Zukunft wird es sein, Fassadenfarben mit „non Tacky“ Oberflächen mit gerade so viel fotokatalytischem TiO_2 an der Oberfläche herzustellen, dass die minimalen Mengen an organischen Ablagerungen aus der Luft abgebaut werden ohne, daß TiO_2 Teilchen durch den Abbau des Bindemittels freigelegt, abgewaschen bzw. mechanisch abgewischt werden und somit kreiden.

Notizen

Untersuchung der Verschmutzungsneigung von beschichteten Oberflächen

Karin Gaszner, Forschungsinstitut für Pigmente und Lacke e. V.
Stuttgart, D

1.0 Einleitung

Beschichtete Oberflächen im Außenbereich sind nicht nur den klimatischen Witterungseinflüssen sondern auch Staub- bzw. Schmutzbelastungen ausgesetzt. Bei Fassaden, Nutz- und Großraumfahrzeugen beeinträchtigt dies vor allen Dingen den ästhetischen Eindruck. Während bei den Fassadenfarben eine Reinigung der Oberflächen relativ aufwendig ist und somit möglichst lange vermieden werden soll, ist bei den Fahrzeuglackierungen die Verwendung von Reinigungsmitteln, die die Umwelt belasten, zu reduzieren.

In Rahmen eines von der AIF geförderten Forschungsvorhabens wurden durch gezielte Veränderungen bestimmter physikalischer Eigenschaften von Beschichtungen wie der Oberflächenspannung (Hydrophobie/Hydrophilie), Topographie, Glasübergangstemperatur deren Einfluß auf das Verschmutzungsverhalten in der Freibewitterung untersucht. Gleichzeitig wurden verschiedene Möglichkeiten der Beschleunigung der Verschmutzung überprüft.

2.0 Fassadenfarben

Versuchsdurchführung

Für die Verschmutzung der Beschichtungssysteme (siehe Tab. 1) war im Projekt eine 2 jährige Freibewitterung an zwei Standorten (Stadtklima/ländliche Umgebung) vorgesehen, mit Zwischenbeurteilungen nach 3, 6, 9 und 12 Monaten.

Der Verschmutzungsgrad ist stark vom Neigungswinkel abhängig.

Deshalb wurde bei den Fassadenfarben eine Freibewitterung unter verschiedenen Winkeln durchgeführt. Parallel dazu sollte damit die Fragestellung beantwortet werden, durch welche Neigung die Verschmutzung von Beschichtungen auf senkrechten Häuserfassaden, die erfahrungsgemäß am langsamsten verläuft, beschleunigt und in derselben Rangfolge wiedergegeben werden kann.

Die Verschmutzung der Beschichtungen im Außenbereich wird von Witterungseinflüssen überlagert. Das bedeutet, daß sich die Beschichtungen durch Bindemittelabbau, Abkreiden von Füllstoffen und Pigmenten, Auswaschen von wasserlöslichen Bestandteilen mit der Zeit verändern. Diese Veränderungen können sich auf das Verschmutzungsverhalten auswirken. In diesem Projekt wurde anhand einiger ausgewählter Fassadenbeschichtungen überprüft, ob durch eine vorgeschaltete künstliche Bewitterung die anschließende Verschmutzung der Fassadenfarben in der Freibewitterung beschleunigt werden kann.

Ergebnisse

Nach insgesamt 2 Jahren Auslagerung ist die Verschmutzung der unter 90 ° Winkel ausgelagerten Proben noch relativ gering (Helligkeitsabnahme in Stuttgart :

0,3 bis 3,1 % ΔL bzw. in Amöneburg: : 0,5 bis 5,7 % ΔL).

An beiden Standorten ist die Beschichtung auf Basis der hydrophilen Silikatemulsion (Nr. 16) am wenigsten verschmutzt, daran schließen sich die Dispersionssilikatfarben, die hydrophobe Silikatemulsion (Nr. 17), zwei Silikonharzfarbentypen (Nr. 12 und 13) sowie das hydrophile 2-Komponenten-Polyurethan (Nr. 18) an, dann folgen die Dispersionsfarben und das hydrophobe 2-Komponenten-Polyurethan (Nr. 19), zuletzt folgen die zwei restlichen Silikonharzfarbentypen (Nr. 10 und 11).

Bei der 2 jährigen Auslagerung unter 45 ° in Amöneburg (bei Frankfurt) ist im Vergleich zur 90 ° Auslagerung erwartungsgemäß eine stärkere Verschmutzung festzustellen (Helligkeitsabnahme : 3,4 bis 14,0 % ΔL). Die Reihenfolge der Verschmutzungsneigung der Beschichtungen verschiebt sich etwas im Vergleich zur 90 ° Auslagerung:

Beide Silikatemulsionen verschmutzen hier am wenigsten. Danach folgen das hydrophile 2-Komponenten-Polyurethan (Nr. 18), ein Silikonharzsystem (Nr. 12 mit „harten Bindemitteln“), die Dispersionsfarben, die Dispersionssilikatfarben und das hydrophobe 2-Komponenten-Polyurethan (Nr. 19). Am stärksten verschmutzen unter 45 ° Auslagerungswinkel drei der Silikonharzfarben (10, 11, 13).

In Bezug auf die zu untersuchenden Möglichkeiten zur Beschleunigung der Verschmutzung kann folgendes festgestellt werden:

- Beschleunigung durch die künstliche Vorbewitterung:
Die Verschmutzung in Amöneburg unter 90 ° wurde an den künstlich vorbereiteten Beschichtungen im Vergleich zu den nicht vorbereiteten Proben nach 3, 6 und 9 Monaten überprüft. Erst nach 9 Monaten gab es eine Tendenz, dass die vorbereiteten Beschichtungen etwas stärker verschmutzen als die nicht vorbereiteten. Die stärkere Verschmutzung der vorbereiteten Beschichtungen verläuft jedoch nicht im gleichen Verhältnis zur Verschmutzung der nicht vorbereiteten Proben, es kommt daher zu Veränderungen der Rangfolge.
- Beschleunigung der Verschmutzung durch Auslagerung von geneigten Flächen (80°, 70°, 60°, 45 °): Bereits ab 80 ° Auslagerungswinkel kommt es im Vergleich zur senkrechten Auslagerung (90 °) zu Veränderungen der Rangfolge.
- Eine weitere Fragestellung war, ob es möglich ist, von der Rangfolge nach kurzzeitiger Auslagerung (3 Monate) unter 90 ° Auslagerungswinkel auf das Langzeitverhalten zu schließen. Nach 2 Jahren Auslagerungszeit hat sich gezeigt, dass es im Vergleich zu der 3 monatigen Bewertung ebenfalls zu Veränderungen der Rangfolge kommt.

Empfehlenswert für die Gesamtbeurteilung der Verschmutzungsneigung von Beschichtungen ist es daher, über einen längeren Zeitraum unter 90 ° sowie auch unter 45 ° auszulagern. Beschichtungen die unter beiden Bedingungen im Vergleich zu anderen weniger verschmutzen, sind als verschmutzungsresistenter zu beurteilen. Hinsichtlich des Einflusses der physikalischen Eigenschaften der Fassadenbeschichtungen auf die Verschmutzungsneigung konnte folgendes festgestellt werden:

- Einfluß der Hydrophobie bzw. Hydrophilie der Beschichtungsoberfläche:
Als Maß wird hier der Kontaktwinkel zwischen Wasser und der Beschichtung verwendet (je höher der Kontaktwinkel umso hydrophober die Oberfläche).
Aus den Untersuchungsergebnissen konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Kontaktwinkel (mit Wasser) und Verschmutzungsneigung festgestellt werden.
- Einfluß der Kreidung (nach Kempf, DIN 53 159):
Nach 2 Jahren Auslagerung ist der Einfluß der Kreidung noch gering.
Lediglich bei zwei Beschichtungen (Nr. 12 und 17) konnte ab 14 Monaten eine schwache Kreidung festgestellt werden.
- Einfluß der Struktur:
Bei den Dispersionsfarben wurden glatte im Vergleich zu strukturierten Oberflächen in Bezug auf die Verschmutzungsneigung geprüft.
Dabei konnte bei der 90 ° Auslagerung kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Struktur und Verschmutzungsneigung gefunden werden.

3.0 Fahrzeuglackierungen

Die Fahrzeuglackierungen (siehe Tab. 1) wurden 2 Jahre in Stuttgart unter 45 ° ausgelagert. Die Helligkeitsabnahme in Stuttgart betrug : 1,4 bis 5,5 % ΔL .

In Bezug auf den Einfluss der physikalischen Eigenschaften der Fahrzeuglackierungen auf die Verschmutzungsneigung konnte folgendes festgestellt werden:

Der Vernetzungsgrad der 2-Komponenten-Polyurethan-Lackierungen hatte kaum Auswirkung auf die Verschmutzungsneigung. Die höher vernetzten Varianten sind geringfügig weniger verschmutzt.

Die Fluormodifizierungen (Nr. 22 und 23) verschmutzen etwas stärker als die 2-K-Polyurethan-Standardrezeptur (Nr. 20 und 21). Die Silikonmodifizierten 2-Komponenten-Klarlacke (Nr. 24 und 25) verschmutzen deutlich stärker als die anderen beiden Beschichtungstypen.

Der strukturierte Silikonmodifizierte 2-Komponenten-Lack (Nr. 26 und 27) hat eine geringere Verschmutzungsneigung als der glatte Silikonmodifizierte 2-Komponenten-Klarlack, verschmutzt aber immer noch stärker wie die beiden anderen Beschichtungstypen.

Durch die zweijährige Bewitterung wurden die verschiedenen Fahrzeuglackierungen etwas hydrophiler. Es konnte auch bei diesen Beschichtungen kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Kontaktwinkel (mit Wasser) und der Verschmutzungsneigung gefunden werden.

4.0 Schlußfolgerung

Aus den Untersuchungsergebnissen kann man folgern, dass bei den untersuchten Stoffklassen die Oberflächenspannung und die Topographie der Oberfläche nicht die entscheidenden Faktoren für die Verschmutzungsneigung bzw. Vergrauung von Oberflächen sind.

Danksagung

Dieses Forschungsvorhaben (AIF-Vorhaben Nr. 13359 N, Bewilligungszeitraum 01.07.2002 bis 30.06.2005) wurde aus Haushaltsmitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. AIF) gefördert. Dafür danken wir.

Notizen

Photokatalytisch wirksame Innenwandfarben

Dr. Dirk Then, DAW
Ober-Ramstadt, D

Seit vielen Jahren ist die photokatalytische Aktivität von Titandioxid (TiO_2) insbesondere in Verbindung mit Außenbeschichtungen bekannt. Hier führt das TiO_2 durch Photokatalyse zum Abbau der organischen Bindemittel und damit zur Freilegung der Pigmente und Füllstoffe, was zur Kreidung oder Farbtonaufhellung führen kann. In modernen Beschichtungssystemen werden stabilere organische Bindemittel sowie modifizierte TiO_2 eingesetzt, deren photokatalytische Aktivität durch Nachbehandlung reduziert wird. Ein neuer Trend diskutiert photokatalytische Effekte als eine Möglichkeit zum Abbau von organischen Verschmutzungen im Außenbereich und Raumluftverunreinigungen im Innenbereich. In dieser Arbeit wurden die Einsatzmöglichkeiten von photokatalytisch aktiven TiO_2 in Innenwandfarben hinsichtlich der Wirksamkeit auf gasförmige organische Verbindungen, Verunreinigungen und Bakterien untersucht. Weiter sollte geklärt werden, ob die Photokatalysatoren in der Bindemittelmatrix eines Beschichtungsstoffes aktiv sind und die Strahlungsintensität in Innenräumen ausreicht, um photokatalytische Prozesse in Gang zu setzen.

Es wurde eine photokatalytisch inaktive Rutil-Type und eine aktive Anatas-Type verwendet. Zusätzlich wurden drei nanoskalige, photokatalytisch hoch aktive TiO_2 -Typen getestet. Diese TiO_2 -Typen wurden zum einen als Suspension in Wasser und zum anderen in einer Innenwandfarbe nach DIN EN 13300 der Nassabriebklasse 3 mit einem Kontrastverhältnis der Klasse 2 bei einer Ergiebigkeit von 7 m^2/Liter getestet. Die Bestrahlung erfolgte in einer geschlossenen Kammer mit einer UV-Lampe, dessen Strahlungsintensität höher war, als die mittlere Strahlungsintensität der natürlichen Sonnenstrahlung. Zum Abschätzen der photokatalytischen Aktivität wurde der Abbau organischer Farbstoffe wie Methylenblau, Titangelb oder Bromphenolblau untersucht. Damit sollte die Entfärbung von organischen Verschmutzungen wie z.B. Tee, Kaffee, Fett o.ä. nachgestellt werden. Formaldehyd wurde als Modellverbindung für gasförmige Luftschadstoffe, wie sie in Innenräumen auftreten, eingesetzt. Zusätzlich wurden Versuche an dem Bakterienstamm *Enterobacter aerogenes* durchgeführt, der als Modellorganismus für Mikroorganismen diente.

Bei allen verwendeten organischen Farbstoffen zeigte sich ein deutlicher Abbau der Farbstoffe sowohl durch TiO_2 in Pulverform als auch in der Innenwandfarbe, wenn diese photokatalytisch wirksam waren. Bei Verwendung des photokatalytisch inaktiven Rutil- TiO_2 wird kein Farbstoffabbau registriert. Diese Experimente wurden nicht nur in der Bestrahlungskammer, sondern auch mit natürlichem Sonnenlicht hinter einer Fensterscheibe, gerichtet nach Norden und Süden durchgeführt. Es wurde eine deutliche Aktivität der Photokatalysatoren auch an der Nordseite mit diffusem Sonnenlicht festgestellt. Somit konnte gezeigt werden, dass die Aktivität der TiO_2 auch hinter einer Fensterscheibe bei indirektem Sonnenlicht ausreichend ist, um photokatalytische Prozesse in Gang zu setzen.

Als Modellsubstanz für gasförmige Verunreinigungen wurde Formaldehyd verwendet. Es wird bei Verwendung von photokatalytisch aktivem TiO_2 ein deutlicher Abbau von Formaldehyd festgestellt. Beim Einsatz von photokatalytisch inaktivem Rutil- TiO_2 wurde kein Formaldehyd abgebaut. Bei Erhöhung der Einsatzmenge an photokatalytisch aktivem TiO_2 hat die Menge an abgebautem Formaldehyd zugenommen, was den Zusammenhang zwischen dem Abbau an Formaldehyd und der eingesetzter Menge an photokatalytisch aktivem TiO_2 in der Innenwandfarbe zeigt.

Um die Wirkung von photokatalytischen TiO_2 -Typen auf Bakterien zu untersuchen, wurde die zu testende Innenwandfarbe mit einer Suspension des Modellorganismus *Enterobacter aerogenes* überschichtet und in der UV-Kammer bestrahlt. In definierten Zeitabständen wurden die noch vorhandenen Bakterien von der Oberfläche abgewaschen, in Flüssig-Agar eingegossen und die koloniebildenden Einheiten (KBE) ausgezählt. Es wurde bei Verwendung von photokatalytisch aktivem TiO_2 in der Innenwandfarbe eine Reduzierung der KBE im Vergleich zu einer Referenzprobe ohne photokatalytisch aktivem TiO_2 festgestellt.

Mit verschiedenen Farbstoffen als Modellsubstanz für organische Verbindungen und Formaldehyd als Modellsubstanz für Luftschadstoffe wurde der photokatalytische Abbau bei Einsatz von reaktiven TiO_2 -Typen untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass diese TiO_2 -Typen auch in einer Innenwandfarbe, auch bei Einbettung in die Bindemittelmatrix, aktiv sind. Die Abbaureaktionen finden nicht nur, wie bei direktem Sonnenlicht, sondern auch bei diffusem Licht statt. Die Geschwindigkeit der Abbaureaktion ist der eingesetzten Menge an photokatalytisch aktivem TiO_2 proportional. Die photokatalytisch wirksamen TiO_2 -Typen sind auch gegenüber Bakterien wirksam, in dem sie die Bakterienkeimzahl merklich verringern.

Notizen

Grundlegende Untersuchungen auf dem Gebiet wässriger Korrosionsschutz-Lacke

Konrad J. Roschmann¹, Guido Grundmeier²

[1] BASF AG, Polymerforschung, 67056 Ludwigshafen, [2] Max-Planck-Institut für Eisenforschung, 40237 Düsseldorf

Die Entwicklung moderner Bindemittel und Pigmente für den Korrosionsschutz ist eng miteinander verwoben, weshalb ein fundamentales Verständnis des *gesamten* Lacksystems vonnöten ist. Hierzu wurden komplementäre elektrochemische, spektroskopische sowie mikroskopische Methoden zur Analyse der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von modellhaften, wohl definierten Lacksystemen eingesetzt. Die kooperativen Untersuchungen führten zu einem detaillierten mechanistischen Bild des Lacksystems insbesondere in Bezug auf die Struktur und Stabilität der Metall/Polymer-Grenzfläche (Abbildung 1).

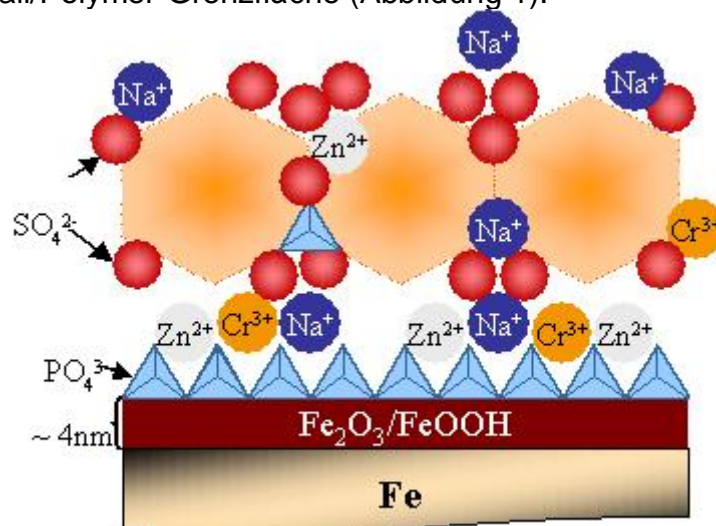


Abb.1 Schematisches Bild der Metall/Polymer-Grenzfläche

Das üblicherweise als Aktiv-Pigment eingesetzte, modifizierte Zinkphosphat übernimmt Hand in Hand mit dem Bindemittel mehrere wichtige Aufgaben. Zum einen bildet sich auf der oxidischen Substratoberfläche eine dünne Schicht bestehend aus Zinkphosphat und -hydroxiden; im Falle des Cr-modifizierten Zinkpigments kommt es zu einer Anreicherung von Chromat. Diese *in-situ*-Modifikation resultiert in einer verbesserten Haftung des als Bindemittels eingesetzten Polymeren auf dem Metall.

Wie durch Messungen mit der Kelvin-Sonde nachgewiesen werden konnte, retardiert das Aktiv-Pigment die anodische Sauerstoff-Reduktion und die damit einhergehende Enthftung der Beschichtung deutlich. Dieser positive Effekt ist selbst dann noch zu beobachten, wenn modifiziertes Zinkphosphat und metallische Grenzfläche durch mehrere Latex-Monolagen voneinander isoliert vorliegen. Die hierzu nötige Diffusion inhibierender Ionen erfolgt mit Wasser als mobiler Phase über die im Polymerfilm nach der Filmbildung vorhandenen, hydrophilen Zwickelphasen.

Für den Korrosionsschutz ebenfalls nicht zu vernachlässigen sind die Barriere-Eigenschaften der Beschichtung, da dies die erste Verteidigungslinie gegen den Angriff aggressiver Medien darstellt; da die Pigment/Volumen-Konzentration

wässriger Korrosionsschutzlacke deutlich unterhalb der kritischen PVK liegt, kommt dem Bindemittel dabei eine Schlüsselrolle zu. So konnte modellhaft gezeigt werden, dass durch Variation der Polymer-Dispersion die Schutzwirkung der Beschichtung gezielt optimiert werden kann. Als ein wichtiger Wirkmechanismus dabei wurde eine verbesserte Pigmentverteilung identifiziert.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass aufgrund der oben dargelegten Wechselwirkungen das aufeinander abgestimmte Zusammenspiel zwischen Aktiv-Pigment und Polymer-Dispersion immanent wichtig ist. Die Modifizierung und Optimierung des Bindemittels ist dabei ein Schlüssel für eine verbesserte Performance.

Notizen

Kleben als Füge­technik von organisch beschichteten Materialien

Dr. Volkmar Stenzel, Fhg-IFAM, Prof. Dr. Andreas Groß, Fhg-IFAM
Dr. Michael Hilt, DaimlerChrysler AG

1. Einleitung

Der Einsatz von lackierten Materialien setzt in der Regel eine Abkehr von herkömmlichen Füge­techniken voraus. Verbindungstechniken wie das Schweißen oder Schrauben sind z.B. für die Verarbeitung von Coil-Coating Blechen nicht einsetzbar oder ungünstig, man muss also nach alternativen Füge­techniken suchen. Hier bietet sich die Kleb­technik geradezu an.

Das Kleben auf lackierten Oberflächen, gleichgültig ob Coil-Coating- oder herkömmlich spritzlackierten Oberflächen, setzt allerdings grundsätzliche Überlegungen sowohl auf der Seite der Lackhersteller, als auch der Klebstoffhersteller voraus:

➤ **Der Lackaufbau wird zum Konstruktionselement**

das definierte Kräfte übertragen können muss!

Lacke und Beschichtungen werden in erster Linie entwickelt um vor Korrosion zu schützen, Steinschlagschäden zu vermeiden oder dekorativen Ansprüchen zu genügen aber nicht um darauf strukturell Kleben zu können.

2. Problemstellung beim Kleben auf lackierten Oberflächen

Abb. 1 zeigt schematisch eine Klebung auf einem typischen, konventionellen Automobil-Lackaufbau.



Abb.1 Kleben auf Automobil-Decklack

Folgende Eigenschaften des Lackaufbaus können für eine prozessichere Verklebung problematisch sein:

- Additive aus den Lackschichten, häufig modifizierte Silikone, können an der Oberfläche zu Störungen der Adhäsion führen
- Jede einzelne Lackschicht kann bei Belastung kohäsiv, also innerhalb der Lackschicht, versagen. Dieses gilt insbesondere bei Belastung durch Umwelteinflüsse, wie sie beispielsweise im sog. Kataplastmatest oder dem Kondenswassertest simuliert werden (s.u.)
- Jede Grenzschicht zwischen den Lackschichten ist eine potenzielle Schwachstelle, an der es zu adhäsivem Versagen kommen kann

Im Fall von Coil-Coating-Konzepten würden einige der Lackschichten (z.B. KTL oder KTL+Füller) oder der komplette Lackaufbau durch bandlackierte Beschichtungen ersetzt. Die Problematik des Klebens auf dem Lackaufbau ist zunächst grundsätzlich die gleiche. Allerdings bieten Coil-Coating-Materialien einige Vorteile gegenüber konventionell spritzlackierten Lackaufbauten:

- größere Prozesssicherheit des Lackiervorgangs
- ggf. besser kontrollierbare Additivierung
- weniger Probleme mit über- oder unterbrannten Bereichen

Aus den angeführten Gründen ist eine sorgfältige Prüfung und Qualifizierung des Systems Fügepartner – Klebstoff – Lackaufbau – Substrat unumgänglich für eine prozessichere Verklebung.

3. Prüfung von Klebungen auf Lackaufbauten

Geprüft werden müssen mindestens folgende Parameter:

- Festigkeit der Klebung, z.B. mittels Zug-Scherfestigkeitsprüfung oder Raupen-Schältest
- Bruchbildanalyse
- Dauerhaftigkeit der Klebung unter den relevanten Umweltbedingungen, z.B. mittels Cataplasmatest oder Kondenswassertest

Der Ablauf einer solchen Prüfung ist typischerweise folgender:

- Lackierung der Fügeteile und Verklebung zu Prüfkörpern (z.B. für Zug-Scherprüfung)
- Auslagerung der Prüfkörper unter den relevanten Prüfbedingungen
- Prüfung der Festigkeit der Verklebung der ausgelagerten Prüfkörper
- Bruchbildanalyse
- Bewertung der Ergebnisse

4. Parameterstudie zum Kleben auf Lackaufbau im Automobilbau

Zur Untersuchung der Prozesssicherheit von Verklebungen auf kompletten Lackaufbauten wurden zinkphosphatierte Bleche mit einem Lackaufbau gemäß Abb. 1 lackiert und zu Fügeteilen verklebt. Folgende Materialien wurden untersucht:

- Verschiedene KTL-Beschichtungen
- Verschiedene Hydrofüller
- Ein Basislacksystem in verschiedenen Farbtönen
- 2K High-Solid Klarlack (Polyacrylat/Isocyanat)
- 1K Klarlack
- Verschiedene Klarlack-Entwicklungsprodukte
- Vier verschiedene Klebstoffe

Die Prüfteile wurden, wie oben beschrieben, geprüft und ausgewertet.

Im Vortrag werden ausgewählte Ergebnisse im Einzelnen dargestellt und diskutiert. Weiterhin wird ein Ausblick auf weiterführende Ideen gegeben um die Leistungsfähigkeit und Prozesssicherheit von Verklebungen auf Lackaufbauten zu verbessern.

Notizen

Bestimmung und Beeinflussung der Haftfestigkeit von UV-Beschichtungen auf Metallen und Kunststoffen

B. Joos-Müller, Dr. W. Ph. Öchsner, Prof. Dr. C. D. Eisenbach, FPL
Stuttgart, D

Die Haftfestigkeit von UV-gehärteten Beschichtungen ist auf glatten/dichten Substraten oft ungenügend. Neue Anwendungen z.B. als Decklacke für die Automobillackierung oder Coil Coating-Beschichtungen erfordern Beschichtungen, die auf Metallen und Kunststoffen mit glatten Oberflächen gut haften und zwar auch unter extremen Klimabedingungen.

Aufgrund der schockartigen Vernetzung bei der UV-Härtung können auftretende innere Spannungen des Netzwerkes nur unzureichend abgebaut werden und zudem tritt ein Volumenschwund auf [1, 2]. Dies führt zu Schwächen in der Ausbildung von Haftpunkten zwischen Beschichtung und Substrat. Bei UV-Lacken gibt es zur Lösung dieses Problems, wie bei anderen Beschichtungen, unterschiedliche Ansatzpunkte, u.a. chemische oder physikalische Oberflächenbehandlung des Substrats, Flexibilisierung des Bindemittels, Zusatz von reaktiven/nicht reaktiven Haftharzen. Über die Wirksamkeit solcher Modifikationen zur Haftverbesserung ist bei den einzelnen UV-Lacktypen relativ wenig bekannt, die Anwendung erfolgt weitgehend empirisch. Bisher fehlen systematische Untersuchungen zur Haftfestigkeit verschiedener UV-Lackbindemittel und zur Wirksamkeit von haftverbessernden Zusatzstoffen, bei denen extreme Klimabedingungen, die von einem trocken-kalten bis zu einem feucht-heißen Klima reichen, mit einbezogen wurden [3].

In zwei aufeinander aufbauenden Arbeitsschritten wurde zunächst die Haftfestigkeit von Beschichtungen aus UV-Klarlacken auf Metallen und Kunststoffen bei kritischen Klimabedingungen untersucht. Als Rezepturkomponenten der UV-Klarlacke wurden Standardtypen von Handelsprodukten verwendet, bei den UV-Lackbindemitteln wurde nach chemischen Stoffklassen (Polyether-/Polyesteracrylate, Epoxidacrylate, Urethanacrylate, Dual-cure-Systeme) unterschieden [4 - 7]. Um den Einfluss des Substrats herauszuarbeiten, wurden die UV-Klarlacke jeweils auf Stahl (entfettet, eisen- bzw. zinkphosphatiert, gesweept), Aluminium (entfettet) und zwei Kunststoffe aus dem Automobilbereich (PC/PBT, PC/ABS) aufgetragen. Bei den im zweiten Arbeitsschritt an ausgewählten Systemen durchgeführten Haftverbesserungsversuchen wurde die Wirksamkeit von in der Lacktechnologie üblichen Modifikationen untersucht.

Die Beschichtungen aus den UV-Klarlacken hafteten auf den meisten Metallsubstraten schlecht. Die Gitterschnittkennwerte lagen nach einer Behandlung der Probebeschichtungen (14 Tage) bei 23°C/50%r.F., -30°C bzw. 40°C/95% r.F. überwiegend bei Gt5. Innerhalb der verschiedenen Bindemittelklassen brachte die Variation des Harztyps und des Reaktivverdünners keine Verbesserung in der Haftfestigkeit. Ansätze zu einer etwas besseren Haftfestigkeit zeigten nur Beschichtungen auf eisenphosphatiertem oder gesweeptem Stahl und zwar vor allem die EP-Beschichtungen sowie jeweils eine der Polyetheracrylat- und Polyesteracrylat-beschichtungen. Durch Zusatz von reaktiven/nicht reaktiven Haftharzen (Polyesterharz, modifizierter Phosphorester) und teil-/unverträglichen Bindemittelkomponenten (Laurylacrylat) konnte bei Epoxidacrylat-, Polyesteracrylat- und Polyetheracrylat-Beschichtungen die Haftfestigkeit auf Stahl eisenphosphatiert

und Stahl gesweept verbessert werden, insbesondere bei kritischen Klimabedingungen.

Bei den Kunststoffen (PC/PBT, PC/ABS) wurde mit unterschiedlichen Bindemitteltypen eine gute Haftfestigkeit erreicht. Auf PC/PBT zeigten UV-Beschichtungen auf Basis eines Polyetheracrylat- und Polyurethanacrylat-Bindemittels sowie die Dual cure Systeme eine gute bis sehr gute Haftfestigkeit, auch nach einer Kälte- bzw. Wärmebehandlung, auf PC/ABS waren es die Polyurethan- und die Dual cure-Systeme. Eine mögliche Erklärung für die teilweise gute Haftfestigkeit ist die Anquellung der Kunststoffoberfläche durch die UV-Harze bzw. die Reaktivverdünner. Allerdings konnten durch Dilatometermessungen bei keinem der beiden Kunststoffe ein Anquellen nachgewiesen werden. Bei Einwirkung von UV-Harzen bzw. Reaktivverdünnern wurde PC/ABS sichtbar angelöst aber nicht angequollen, während PC/PBT keine Veränderungen zeigte. Der Zusatz von nicht reaktiven Haftharzen (Polyesterharz, Ketonharz) verbesserte die Haftfestigkeit der Epoxidacrylat- und der Polyesteracrylat-Rezepturen auf PC/PBT und PC/ABS vor allem bei den kritischen Klimabedingungen (Kälte, feucht-warmes Klima). Die Flexibilisierung des Epoxidacrylat-Bindemittels bewirkte dagegen nur auf PC/ABS eine Verbesserung der Haftfestigkeit.

Dieses Forschungsvorhaben (AiF-Vorhaben 13917 N, Bewilligungszeitraum 01.09.03 - 31.08.05) wurde aus Haushaltsmitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. AiF) gefördert. Dafür danken wir.

Literatur

1. O. Negele, W. Funke, Progress in Organic Coatings 1996, 28, 21
2. G. Meichsner, E. Beck, K. Menzel, F. Deuter, T. Groß, Farbe & Lack 1997, 45, 103
3. Lutz, Jenisch, Klopfer, Freymuth, Krampf, Petzold, Lehrbuch der Bauphysik, 1997, 317, B.G. Teubner Verlag Stuttgart
4. H.-J. Rosenkranz, Farbe & Lack 1975, 7, 608
5. R. Schwalm, Farbe & Lack, 2000, 4, 58
6. Königer, Strahlungshärtbare Lackrohstoffe für Außenanwendungen, Farbe & Lack 1999, 105, Nr. 41, 233
7. S. Peters, Radiation Curing, Polymer Science and Technology, Vol. III, Polymerization Mechanisms, 177 – 217 Elsevier Science, London, 1993

Notizen

UV-Lacke auf Metall – spezielle Möglichkeiten und Probleme

N. Pietschmann (iLF Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft Lacke und Farben mbH, Magdeburg),

J. Schroeter (Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH), Lichttechnisches Institut)

U. Kraatz (Robert Bosch GmbH, Schwieberdingen),

W. Heering (Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH), Lichttechnisches Institut)

Transparente sowie schwarz pigmentierte, UV-vernetzende Modellformulierungen wurden auf Stahl und Aluminium ausgehärtet. Wesentliche Rezepturbestandteile waren aliphatische Urethanacrylate, begrenzte Anteile an höher funktionellen Acrylatoligomeren, mono- und bifunktionelle Reaktivverdünner, Haftverbesserer sowie Fotoinitiatoren unterschiedlicher Typen und Absorptionsbereiche.

Der Einsatz von Haftverbesserern ist für die Substrathaftung und damit – trotz ihres sauren Charakters – für den Korrosionsschutz unverzichtbar. Schon eine Mengenreduzierung führte zu einer dramatischen Verschlechterung von Salzprühtest-Ergebnissen.

In Bezug auf die Urethanacrylate sind neben mechanischen Eigenschaften (Härte, Flexibilität, Haftung) v.a. Korrosionsschutz und Eigenviskosität gefragt: Eine geringere Harzviskosität ermöglicht wasser- und lösemittelfreie, warspritzfähige Formulierungen mit geringeren Reaktivverdünner- und höheren Harzanteilen, aufgrund derer die positiven Eigenschaften der Urethanacrylate besser zur Geltung kommen können.

Hinsichtlich der Korrosionsschutz-Eigenschaften der unterschiedlichen Urethanacrylate ergab das Bindemittelscreening, dass die jeweilige Eignung einzelner Harze bzw. ihre Rangfolge untereinander zwischen verschiedenen Rezepturserien nicht oder nur begrenzt übertragbar war. Dies erhöhte den Arbeitsaufwand bei der Rezepturausarbeitung.

In Bezug auf die Bestrahlungsbedingungen wurden sowohl der Einfluss des Wärmeeintrags der UV-Strahler als auch die Auswirkungen der Reihenfolge unterschiedlich dotierter Lampen betrachtet. Der Infrarotanteil der UV-Strahler wirkte sich positiv auf die Härtung aus, so dass „kalte“ Strahler für UV-Metallbeschichtungen nicht zweckmäßig erschienen. Hinsichtlich der Strahlerreihenfolge erwiesen sich Anordnungen, welche zuerst einen langwelligen (dotierten) und erst danach einen kurzwelligen Strahler aufwies, verglichen mit der entgegengesetzten Variante, klar als besser.

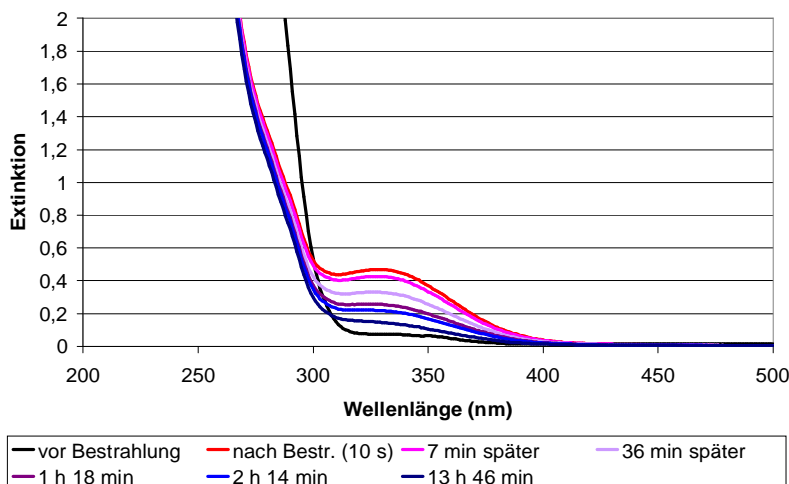


Abb.1 Absorption eines 50 µm dicken Klarlackfilms mit 2 Teilen HCPK + 1 Teil Benzophenon) im flüssigen Zustand, unmittelbar nach 10 s UV-Bestrahlung sowie nach weiterer Lagerung

Eine zumindest teilweise Erklärung des letztgenannten Phänomens ergab sich aus zeit- und spektral aufgelösten UV/VIS-Absorptionsspektren von UV-bestrahlten Lackfilmen. Anhand der Spektren konnte sowohl an einem Klarlack als auch an einem Schwarzlack nachgewiesen werden, dass nach UV-Bestrahlung die Absorption zwischen 260 nm und 300 nm abnahm, was durch den Abbau der Fotoinitiatoren verständlich ist. Gleichzeitig entstanden aber zwischen 300 nm und 400 nm neue, intensive Absorptionsbanden (Abb. 1). Diese neu entstandene UV-A-Absorption ist offenbar auf intermediäre Verbindungen zurückzuführen: Sie zeigte bereits nach 30 min eine deutliche Abnahme und war nach > 13 h kaum noch nachweisbar.

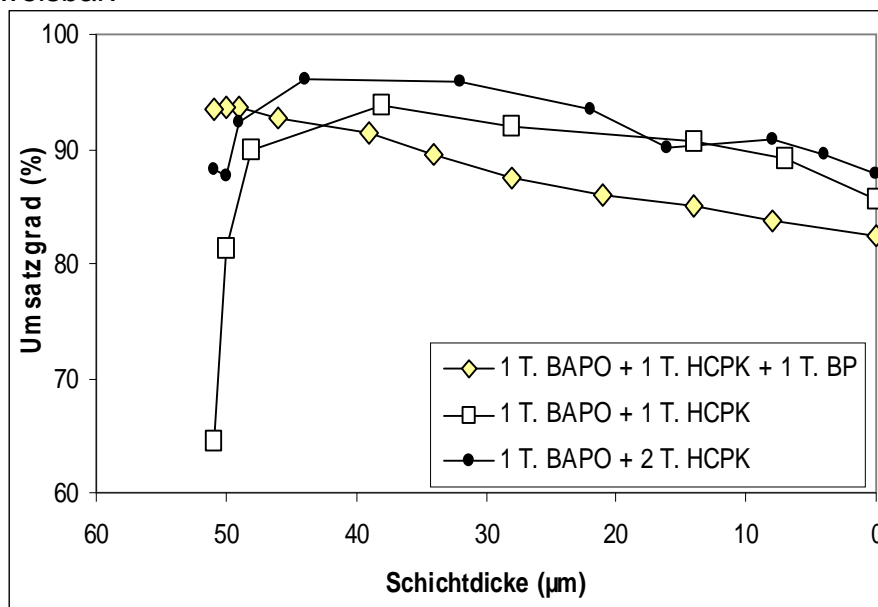


Abb. 2 IR-spektroskopisch ermittelte Tiefenprofile der Umsatzgrade von UV-gehärteten Schwarzlacken mit unterschiedlichen Fotoinitiatoranteilen (Probenpräparation durch Aushärtung auf Stahl und schrittweises Abschleifen)

Anhand von Vergleichen zwischen analog aufgebauten, transparenten bzw. schwarz pigmentierten Lackformulierungen mit unterschiedlichen Fotoinitiator-Kombinationen sowie durch Untersuchung von entsprechenden Fotoinitiator-Lösungen konnte dieser Effekt mit dem Vorhandensein von Benzophenon bzw. Benzophenonderivaten in Zusammenhang gebracht werden. Im Endergebnis ergaben sich zwei gegenläufige Einflüsse des Benzophenons (Abb. 2):

- Die Zugabe von Benzophenon verbessert den Umsatz an der Filmoberseite, ebenso die Kratzbeständigkeit (auch ohne gezielte Zugabe eines Amisnergisten). Zugleich wird aber die Durchhärtung verschlechtert.
- Das Weglassen von Benzophenon verbessert die Durchhärtung, verschlechtert aber die Oberflächenhärtung.
- Der Ersatz des Benzophenons durch entsprechende Mengenerhöhung eines Norrish I-Initiators (HCPK) verbessert den Acrylatgruppenumsatz an der Filmoberseite wieder. Die Härtung in der Tiefe der Lackschicht wird dadurch nicht nachteilig beeinflusst, ggf. sogar verbessert.

Notizen

Living Sparkle – Der Einsatz von Aluminiumoxidpigmenten in Lacken

Dr. A. Huber, Merck KGaA
Darmstadt, D

Effektpigmente basierend auf Aluminiumoxid-Substraten haben sich in den letzten Jahren als neue Pigmentklasse (Xirallic®) am Markt etabliert und insbesondere in der Automobillackierung eine große Verbreitung erreicht. Mit diesen Pigmenten ist es erstmals gelungen, einen ausgeprägten Sparkle-Effekt mit einer guten Performance im Lack zu vereinen.

Die Aluminiumoxid-Plättchen werden durch eine gesteuerte Kristallisation aus Salzschnmelzen hergestellt [1]. Bedingt durch diese Herstellungsweise erhält man einkristalline Substratplättchen mit sehr glatter Oberfläche, enger Teilchengrößenverteilung und hohem Durchmesser-zu-Dicke-Verhältniss. Diese Plättchen werden in einem weiteren Prozeßschritt so mit Metalloxiden beschichtet, daß sich insgesamt ein Interferenzschichtaufbau ergibt, der **a.)** bei hoher Flächenbelegung eine definierte makroskopische Interferenzfarbe hervorruft und **b.)** bei sehr niedriger Flächenbelegung einen solchen Sparkle-Effekt erzeugt, wie er mit anderen Effektpigmenten nicht zu erhalten ist. Dies ist insbesondere durch die scheinbare Größe der Sparkle-Punkte, sowie durch die Spezifik des Abkippsverhaltens hervorgerufen, die den Betrachter mehr an sich bewegende leuchtende punktförmige Objekte erinnert, denn an in einer polymeren Matrix fixierte Effektpigmentteilchen. Daher rührt auch die Bezeichnung „living sparkle“. Natürlich befolgen die Xirallic® Effektpigmente ebenso wie die anderen plättchenförmigen Effektpigmente die schon in [2] herausgearbeiteten Gesetzmäßigkeiten zum Einsatz von Sparkle-Pigmenten bezüglich PVC, Flächendichte, Kontrast und Durchmesser sowie Orientierung der Partikel. Der unverwechselbare „living sparkle“-Eindruck wird hier jedoch zusätzlich, bedingt durch die Teilchen-Geometrie und die Geometrie der Anordnung dieser Pigmentpartikel, bei intensiver paralleler Lichteinstrahlung sichtbar. Zur Klärung dieses Effekts werden in der vorliegenden Arbeit für typische

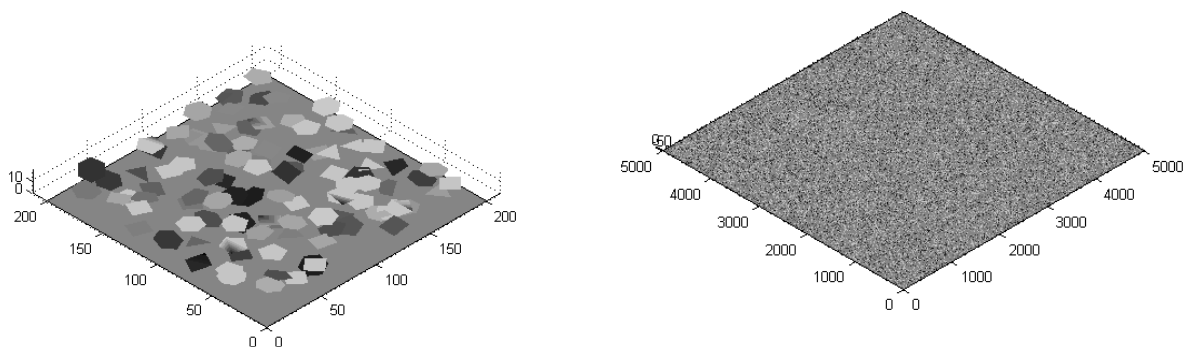


Abb.1 und 2: Detailausschnitt (200*200 µm²) einer virtuellen Beschichtung mit semi-transparenten Interferenzpigmenten (in ‚blauem Lack‘) und optische Textur der daraus entstehenden Beschichtung (5000*5000 µm²) nahe am Glanzwinkel

Effektpigmente (Aluminium-Pigmente, Iridin[®]Xirallic[®]) die optische Textur bis hin zum *sparkle*, die mikroskopischen Pigmenteigenschaften und die Lagebeziehungen der Effektpigmente in der Lackschicht gegenübergestellt und diskutiert. In einem virtuellen Modell-Lack sind dann die *sparkle*-Effekte berechnet, visualisiert und mit den dazugehörigen Mustern in Form von realen Filmsequenzen in ihrer Wahrnehmung verglichen. Eine statistische Auswertung der Strahlengänge und die Unterscheidung von Ein- und Mehrfachreflexionen für unterschiedliche Einstrahlwinkel und Partikelanordnungen eröffnet dann die Möglichkeit, mikroskopische Partikeleigenschaften (z.B. wie in Abb. 1 – Größe, Orientierung u.a.) und die daraus resultierende makroskopische optische Textur der Beschichtung (z.B. wie in Abb. 2 – als integraler Eindruck von ca. 70 000 solcher Teilchen) mit lokalen Leuchtdichte-Messungen der Oberfläche zu korrelieren.

- [1] Nitta, K., Shau, T., Sugahara, J., [1997]. European Patent Application EP O 763 573 B1 - Flaky aluminium oxide and pearlescent pigment, and production thereof, (Merck KGaA)
- [2] Rösler, M., Maile, F. J., [2002], XXVI FATIPEC Congress, Dresden, Germany, Local Gloss and Sparkle caused by Effect Pigments: Psychophysics, Measurements and Simulations, (Merck KGaA)

Notizen

Effekte ohne Farbe

Harald Weiß, Thomas Schuster, Eckart
Fürth, D

Metalleffektpigmente sind aus vielen Anwendungen des täglichen Lebens bekannt und erfreuen uns durch ihren "edlen" Anblick immer wieder aufs Neue. Metallische Pigmente bieten jedoch aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften weit mehr Möglichkeiten als sich dem Betrachter auf den ersten Blick offenbart. Diese funktionellen Eigenschaften wollen wir hier vorstellen.

Unter funktionellen Eigenschaften versteht man z.B. elektrische Leitfähigkeit, Wechselwirkungen mit magnetischen und elektromagnetischen Feldern. Beispiele hierfür sind die Reflexion von Wärmestrahlung oder die Abschirmung von elektromagnetischer Strahlung wie Elektrosmog.

Der Beitrag geht darauf ein, unter welchen Bedingungen Metallpigmente ihre funktionellen Eigenschaften zur Geltung bringen können. Es werden Pigmente vorgestellt, die Dispersionswandfarben wärmereflektierend machen. Dies dient zur Energie- und Materialeinsparung in der kalten wie auch der warmen Jahreszeit. Leitfähige Pigmente entwickeln ihre Eigenschaften im Korrosionsschutz, in Heckscheibenheizungen, aber auch in RFIDs oder Textilbeschichtungen.

Darüber hinaus soll auch vorgestellt werden, was Metallpigmente nicht können. So sind beispielsweise konventionelle Aluminiumpigmente in einer Kunststofflackierung nicht in der Lage, Mobilfunkstrahlung zu beeinflussen bzw. abzuschirmen.



Abb. 1 Drei identische Mobiltelefone mit unterschiedlicher Lackierung bzw. Ausrüstung: Metallic, Al-Folie, Perlglanz. Beachten Sie die Antenneneingangssignale!

Notizen

Ergänzende Untersuchungen zur Charakterisierung von Effektpigment-Sedimenten

Dr. F. J. Maile, Dr. P. Reynders, Dr. K. Fritsche, G.-F. Pironti, Merck KGaA,
Frankfurter Str. 250, D-64271 Darmstadt

Perlglanzpigmente unterscheiden sich signifikant von regulären Absorptionspigmenten. Um Perlglanz zeigen zu können, müssen sie nämlich aus verhältnismäßig großen (typisch 5-200 μm) Plättchen bestehen, welche bei Lackanwendung zur Sedimentation neigen. Eine wichtige Voraussetzung für den industriellen Einsatz dieser Pigmente ist, dass die resultierenden Sedimente wieder leicht redispersiert werden können.

Wir haben die Konsistenz und Redispersierbarkeit von Effektpigment-Sedimenten in Abhängigkeit von der Komposition des Mediums (pH, Salzkonzentration, Polarität des Lösungsmittels) sowie der Pigmenteigenschaften (Substrat, Metalloxidbeschichtung, Teilchengröße) untersucht.

Hierbei konnte gezeigt werden, dass sich der Sedimentationsprozess aus zwei Schritten zusammensetzt: a) einem Absetzen der Pigmentteilchen (Zeitfenster von Minuten bis Stunden) sowie b) dem anschließenden, langsamen Kompaktieren des Sedimentes (Zeitfenster: Wochen bis Monate).

Die Konsistenz des Sediments, das aus Mica-basierenden Effektpigmenten besteht, kann durch elektrostatische Wechselwirkungen erklärt werden, welche eine Kartenhaus-ähnliche Struktur bevorzugen bzw. verhindern. Ein weiches, redispersierbares Sediment wird bei niedrigen pH-Werten in wässriger Phase oder besser noch, in einem unpolaren Lösungsmittel, bei mittlerer Salzkonzentration sowie großen Ladungsunterschieden zwischen Mica-

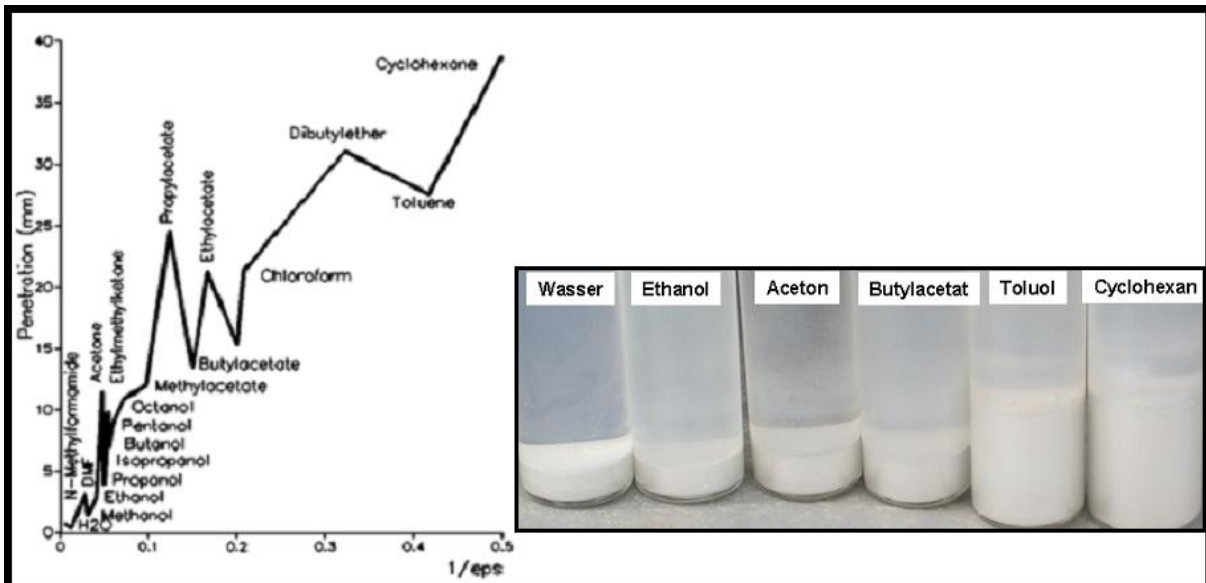


Abb.1 Penetrationstiefen von Iridin® 100 Sedimenten aufgenommen bei 10 Pond (Dynamometer) in unterschiedlichen Lösungsmitteln als Funktion der inversen Dielektrizitätskonstante (links) sowie Sediment-Aufnahmen von industriell hergestellten TiO₂-Mica(Rutil)-Perlglanzpigmenten nach vier Wochen Sedimentation in verschiedenen Lösungsmitteln

Partikeloberfläche und – kanten ausgebildet.

In wässriger Phase eine akzeptable Redispergierbarkeit zu erreichen, ist schwieriger als in organischen Medien: Ein viel größerer Aufwand war notwendig, um unsere Effektpigmente an wasserbasierte Lacksysteme anzupassen. Schließlich sollte nicht vergessen werden, dass der Einfluss von oberflächenaktiven Substanzen und Additiven auf Sedimente beträchtlich sein kann.

Ref.: Peter Reynders; Frank J. Maile: "Sedimentation-Behavior of Substrate-Based Effect Pigments", XXVII Fatipecc Congress, April 19-21, 2004, Aix-en-Provence, France, 2004.

Notizen

Polymerartikel – eine runde Sache?

Prof. Dr. Hans-Jürgen P. Adler, Andrij Pich, Institut für Makromolekulare Chemie
und Textilchemie der TU
D-01062 Dresden

Nano- und Biotechnologie sind z.Z. national und international viel gebrauchte Vokabeln, hinter denen außer politischen Floskeln ernsthafte Forschung steckt, um in noch kleinere Dimensionen vorzustoßen und deren Strukturen zu erkennen und zu nutzen.

Im DFG- Sonderforschungsbereich 287 „Reaktive Polymere“ werden seit 1996 neue Polymerarchitekturen synthetisiert und deren molekulare Strukturen analysiert, um diese in kleinsten Dimensionen auf Substratoberflächen oder in Grenzflächen mit anderen Materialien als sensorische oder aktorische Materialien nutzen zu können.

Eines dieser Projekte beschäftigt sich mit der Herstellung sogenannter reaktiver Polymerpartikel, deren Größen von einigen Nano- bis einigen Mikrometern je nach Ziel und Prozess variierbar sind.

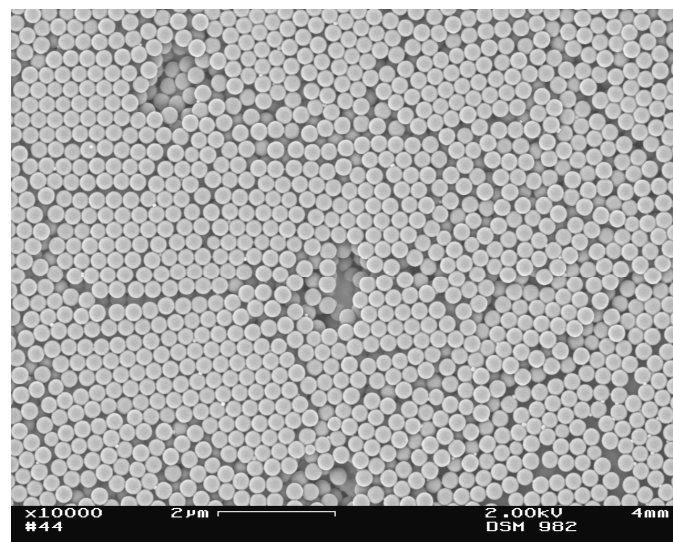
Polymerpartikel sind meistens ideal runde Kugeln von 20-400 Nanometer Durchmesser, deren Größenverteilung bis monodispers, d.h. völlig gleich groß, eingestellt werden kann. Die Herstellung von Dispersionen über die Emulsionspolymerisation gehört zum Stand der Technik. Sie bilden je nach Art und Weise ihrer Stabilisierung die Basis für alle wasserverdünnbaren Beschichtungssysteme von den Bautenfarben über Kataphorese-Tauchlack bis zum Wasserklarlack, um nur einige Beispiele zu nennen.

Weitere Verfahren zur Herstellung von Polymerpartikeln sind verschiedene Methoden der Mini- und Mikroemulsionspolymerisation, der Suspensionspolymerisation, die Dispergierung von Polymerlösungen oder auch – pulvern.

Neue Forschungsziele sind auf die Modifizierung von Polymerpartikeln im Sinne ihrer Funktionalität und Morphologie orientiert, wodurch sich fast unerschöpfliche Möglichkeiten für neue Anwendungen ergeben, auch in der Nanotechnologie, z.B. in biomedizinischen und mikroelektronischen Bereichen, oder als Mischungskomponente in Polymerblends.

Unsere Arbeiten beschäftigten sich seit langem mit reaktiven Dispersionen, die an der Partikeloberfläche reaktive Gruppen für nachfolgende Reaktionen aufweisen.

Peroxidische Oberflächengruppen führten zu reaktiven Mischungen mit anderen Dispersionen, über Gefriertrocknung zu reaktiven Pulvern für die Einmischung in Polymerschmelzen oder aber auch zu biomedizinischen Immunoassays [1-5]. Partikel mit Phosphorsäuregruppen waren erfolgreich im Korrosionsschutz.



Neue Arbeiten sind auf die Partikeloberfläche als Grundlage für die Anlagerung von Hybridmaterialien oder neuen Funktionen orientiert.

Es konnten Polypyrrol- [6-11], Magnetit- [12-15], Zinksulfid- [16,17] oder auch Goldcluster auf die Oberfläche haftfest aufgebracht werden (Bild 3). Polypyrrol-Partikel (Bild 2) sind interessant für den Korrosionsschutz, aber aufgrund ihrer Biokompatibilität auch in biomedizinischen Bereichen. Neu ist die in-situ Bildung von Zinksulfid oder Gold unter Einwirkung von Ultraschall. Es entstehen zwar immer noch runde Partikel, die aber mehr der Form von Himbeeren ähneln.

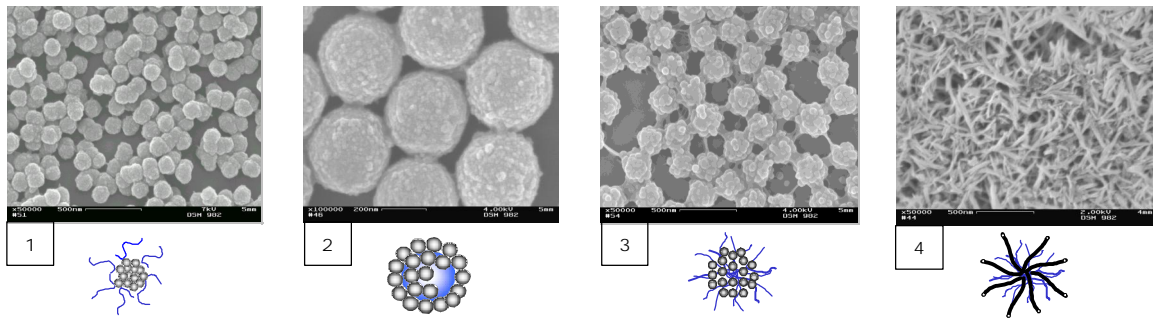


Abb.2 Polypyrrol Partikel

Unrunde Partikel werden auf einem ganz anderen Weg erhalten. Vernetzte amphiphile Mikrogel-Partikel sind in Abhängigkeit vom eingesetzten Tensid von rund bis nadelförmig darstellbar, auf deren Basis Cluster der Hybridmaterialien auf der Oberfläche oder im Inneren eingelagert werden, wodurch unterschiedlichste Anwendungen denkbar werden.

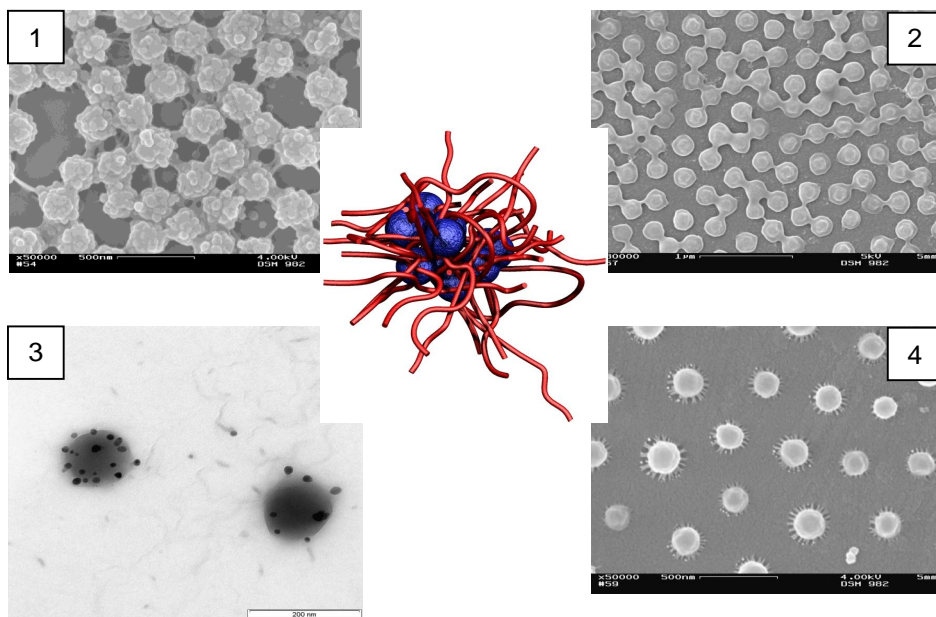


Abb.3 Hybrid-Mikrogele funktionalisiert mit (1 – 20% polypyrrole; 2 – 13 % magnetite; 3 – 15% Ag; 4 – 15% ZnS).

Solche Partikel sind wasserquellbar, bioverträglich und weisen zusätzlich ein einstellbares temperatursensitives Verhalten auf.

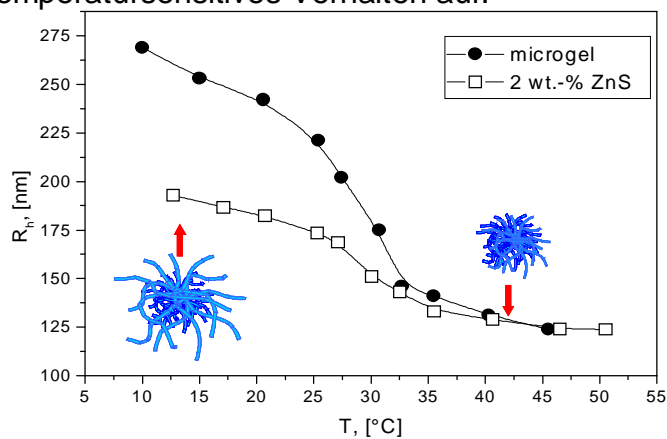


Abb.4 Hydrodynamische Radius vs. Temperatur für Hybrid-Mikrogel

Polymerpartikel verschiedenster Art in verschiedenen Größen von einigen Nano- bis zu Mikrometern im Durchmesser können relativ einfach hergestellt werden und verbinden im umweltfreundlichen Medium Wasser teils hohe Molekulargewichte mit Funktionalität für unterschiedlichste Anwendungen, die weit über die Bautenfarben hinausgehen, für die immer noch die weitaus größten Mengen hergestellt werden.

Literatur:

- [1] H.-J. P. Adler, A. Pich, A. Henke, C. Puschke, S. Voronov, *New Core-Shell-Dispersions with Reactive Groups*, ACS series 801, 2001, 276.
- [2] A. Pich, S. Richter, H.-J. Adler, V. Datsuyk, S. Voronov, *Functionalization of Latex Particle Surface by Using Polymeric Inisurfs*, Macromol. Symp., 2001, 164, 11-25.
- [3] H.-J. Adler, E. Jähne, A. Henke, L. Yan, A. Pich, *Reactive Dispersions for Corrosion Inhibition*, Makromol Symp, 187, 2002, 53.
- [4] A. Pich, Y. Lu, H.-J. Adler, *Preparation of PEGMA-functionalized Latex Particles: 1-System styrene/PEGMA*, Colloid Polymer Science, 2003, 281, 907-915.
- [5] A. Pich, V. Boyko, Y. Lu, S. Richter, H.-J. Adler, K.-F. Arndt, *Preparation of PEGMA-functionalized Latex Particles: 2-System styrene/N-vinylcaprolactam*, Colloid Polymer Science, 2003, 281, 916-920.
- [6] Y. Lu, A. Pich, H.-J. P. Adler, *Synthesis and Characterization of Polypyrrole Dispersions Prepared with Different Dopants*, Macromol Symp, 2004, 411.
- [7] Y. Lu, A. Pich, H.-J. P. Adler, *Synthesis and Characterization of Nanometer-sized Polypyrrole Composites*, Synthetic Metals, 2003, 135-136, 37.
- [8] A. Pich, Y. Lu, V. Boyko, K.-F. Arndt, H.-J. Adler, *Thermo-sensitive poly(N-vinylcaprolactam-co-acetoacetoxyethyl methacrylate) microgels:2-Incorporation of polypyrrole*, Polymer, 2003, 44/25, 7651-7659.
- [9] A. Pich, Y. Lu, V. Boyko, K.-F. Arndt, H.-J. Adler, *Thermo-sensitive poly(N-vinylcaprolactam-co-acetoacetoxyethyl methacrylate) microgels:3-Incorporation of polypyrrole by selective microgel swelling in ethanol-water mixtures*, Polymer, 2004, 45/4, 1079-1087.
- [10] A. Pich, Y. Lu, H.-J. P. Adler, *Composite Polypyrrole-containing Particles*, Macromol Rapid Commun, 2004, 25, F32-33.
- [11] A. Pich, Y. Lu, H.-J. P. Adler, T. Schmidt, K.-F. Arndt, *Dispersion polymerization of pyrrole in presence of poly (vinyl methyl ether) microgels*, Polymer, 43, 2002, 5723.
- [12] V. Boyko, A. Pich, Y. Lu, S. Richter, K.-F. Arndt, H.-J. Adler, *Thermo-sensitive poly(N-vinylcaprolactam-co-acetoacetoxyethyl methacrylate) microgels:1-Synthesis and Characterization*, Polymer, 2003, 44/25, 7821-7827.
- [13] A. Pich, S. Bhattacharya, H.-J. P. Adler, *Composite Magnetic Particles: 1.Deposition of Magnetite by Heterocoagulation Method*, Polymer (PDM Conference), 2005, 46, 1077-1086.
- [14] A. Pich, S. Bhattacharya, A. Ghosh, H.-J. P. Adler, *Composite Magnetic Particles: 2.Encapsulation of Magnetite by Surfactant-free Emulsion Polymerization*, Polymer, 2005,46, 4596-4603.
- [15] A. Pich, S. Bhattacharya, V. Boyko, H.-J. P. Adler, *Temperature-Sensitive Microgels with Magnetic Properties*, Langmuir, 2004, 20, 10706-10711.
- [16] A. Pich, J. Hein, Yu. Prots, H.-J. P. Adler, *Polymeric Particles with ZnS Shells*, Polymer, 2005, (in press).
- [17] A. Pich, J. Hein, Yu. Prots, H.-J. P. Adler, *Preparation of Hybrid Microgels with ZnS Inclusions*, Macromolecules, 2005, (in press).

Notizen

Eine neue Tensid-Technologie, Entschäumen und Benetzen mit Siloxan-Gemini-Tensiden

Susanne Struck, Kathrin Lehmann, Kai Steenweg, Petra Hinrichs, Degussa Tego Coating and Ink Additives, Germany

Einleitung

Unzureichende Untergrundbenetzung und schlechter Verlauf sind gängige Probleme insbesondere für die Formulierer wässriger Beschichtungen und Druckfarben.

Es ist gängige Praxis, diese Untergrundbenetzungsprobleme mit der Hilfe von Substratbenetzungsadditiven zu lösen. Dies sind spezielle Tenside, die Grenzflächenspannungen modifizieren. Im Allgemeinen reduzieren sie die Oberflächenspannung einer Beschichtung oder Druckfarbe auf ein gleichmäßig niedriges Niveau und ermöglichen der Beschichtung oder Druckfarbe so, die o. g. Substrate zu benetzen. Zur Beseitigung von Kontaminationskratern und der Benetzung öliger Untergründe ist eine besonders starke Senkung der statischen Oberflächenspannung notwendig.

Tensid	Substratbenetzung	Entschäumung	Wirksamkeit
Oligosiloxan	++	-	+
Spezieller verzw. Polyether	○	+	○
Sulfosuccinat	+	--	○
Fluorocarbon-Tensid	++	--	++
Acetylendiolderivat	○	+	○

Tab.1 Verschiedene Klassen von Substratbenetzungsadditiven und ihre grundsätzlichen Eigenschaften

Ein neu zu entwickelndes Substratbenetzungsadditiv sollte

- eine starke Reduktion der Oberflächenspannung bewirken (resultierend in gute Substratbenetzungseigenschaften)
- wirksam bei niedriger Einsatzkonzentration sein
- eine deutliche entschäumende Wirkung in den meisten wässrigen Beschichtungen und Druckfarben bewirken
- ökologisch vorteilhaft sein und in die deutsche Wassergefährdungsklasse 1 eingestuft sein

Durch geschickte Kombination verschiedener Inhouse-Technologien waren wir in der Lage, erste Strukturen von siloxanhaltigen Gemini-Tensiden für erste Screenings zu synthetisieren.

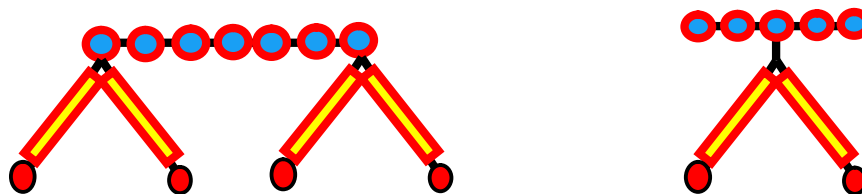


Abb.1 Beispiele für Strukturen von siloxanhaltigen Gemini-Tensiden

Oberflächenspannungsmessungen in Bindemitteln und Beschichtungen

Vergleicht man die Oberflächenspannungsreduktion des siloxanhaltigen Gemini-

Tensids mit der anderer kommerziell verfügbarer Substratbenetzungsadditive,

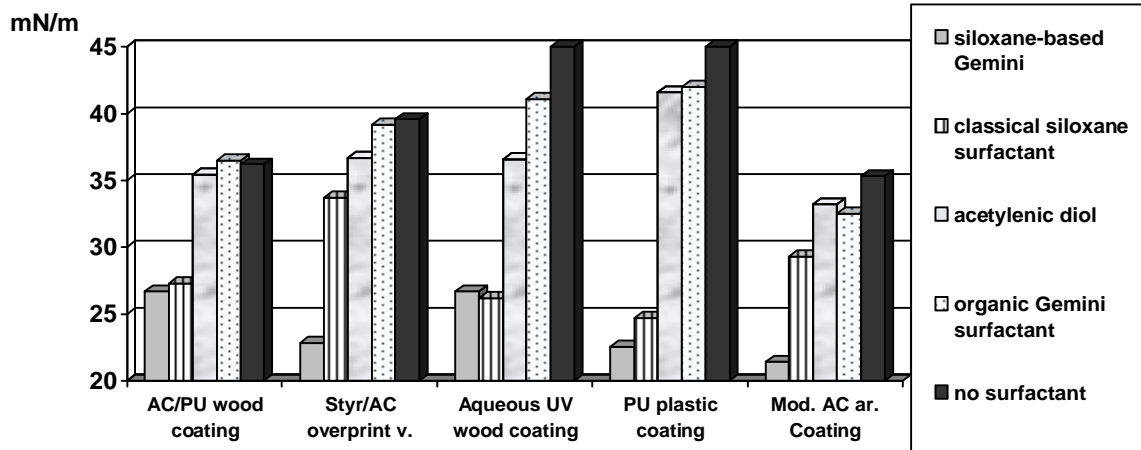
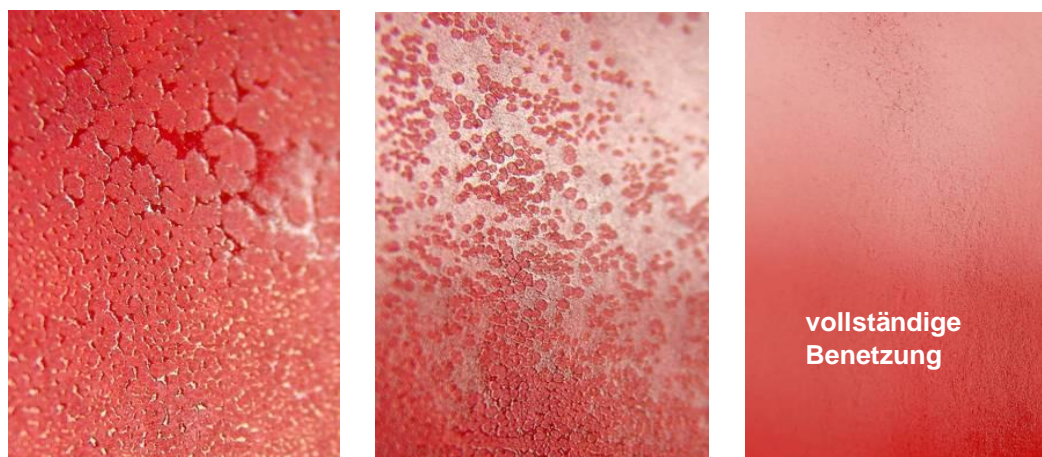


Abb.2 Oberflächenspannungen

wird deutlich, wie wirksam dieses neue Tensid ist.

Auch bei der Applikation eines wässrigen Überdrucklackes auf frischer Offsetfarbe



Nullprobe (ohne Additiv)

mit Acetylendiol

mit siloxanh. Gemini-Tensid

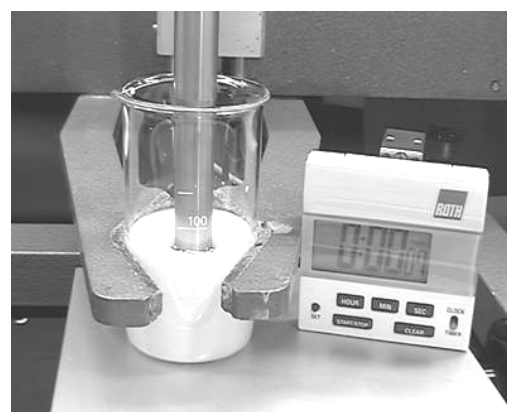
Abb.3 Rakelaufzug eines wässrigen Überdrucklackes auf frischer Offset-Druckfarbe

differenziert es sich positive von marktüblichen organischen und auch siloxanhaltigen Tensiden.

Praktische Ergebnisse - entschäumende Eigenschaften



Nullprobe(ohne Additiv)



mit siloxanh. Gemini-Tensid

Abb.4 Schaum nach 15minütigem scherkraftreichen Rühren

Schlussfolgerung und Ausblick

Das geprüfte siloxanhaltige Gemini-Tensid vereint hohe Oberflächenaktivität, gute Untergrundbenetzung und wirksame Entschäumung in einem Molekül. Es ist insbesondere für wässrige Formulierungen interessant, in denen normalerweise ein Substratbenetzungsadditiv und ein Entschäumer eingesetzt würde.

Mit dieser einzigartigen und patentierten Technologie ist es möglich, Eigenschaftsprofile zu erzeugen, die bis dato nicht realisierbar schienen. Es ist wahrscheinlich, dass die Siloxan-Gemini-Technologie uns in die Lage versetzen wird, weitere hochwirksame Tenside zu entwickeln mit deutlich verschiedenen, aber einzigartigen Eigenschaftsprofilen.

Notizen

Grenzflächen in modernen Lacksystemen Stabil, stabiler, am stabilsten?

Dr. Lutz Frischmann, Dr. Peter Gross, KRONOS INTERNATIONAL
Leverkusen, D

Wässrige Lacke und Beschichtungssysteme sind Mischungen aus Festkörpern, organischen Kolloiden und Wasser mit den darin gelösten Stoffen.

Der Wechselwirkung von Pigment und Bindemittel oder von Pigment und Dispergieradditiv kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Sie ist durch die Grenzfläche zwischen dem Pigment und dem Medium bestimmt und beeinflusst maßgeblich die Performance des gesamten Systems. Sie hat Auswirkungen bis hin zur Wirtschaftlichkeit der Beschichtung.

In dieser Arbeit soll eine Methode vorgestellt werden, die umfassende Informationen über diese Wechselwirkungen liefert und sie gleichzeitig mit zentralen Lackeigenschaften korreliert.

Die automatisierbare Methode basiert auf elektrokinetischen Zetapotential-Messungen.

Bringt man Titandioxid als Beispiel eines oberflächenaktiven Pigments in ein elektrolytisches Milieu (z.B. Wasser) ein, kommt es zur Ausbildung eines Potentialgradienten an der Grenzfläche zwischen Festkörper und flüssiger Phase, der als Zetapotential messbar ist.

Pigmente können grundsätzlich elektrostatisch, sterisch oder elektrosterisch stabilisiert werden. Tatsächlich lassen sich die einzelnen Effekte eindeutig im Zetapotential erkennen und vergleichen (Abb. 1).

Diese Beobachtung ermöglicht es, die gewonnen Messdaten auf unterschiedliche Weise auszuwerten.

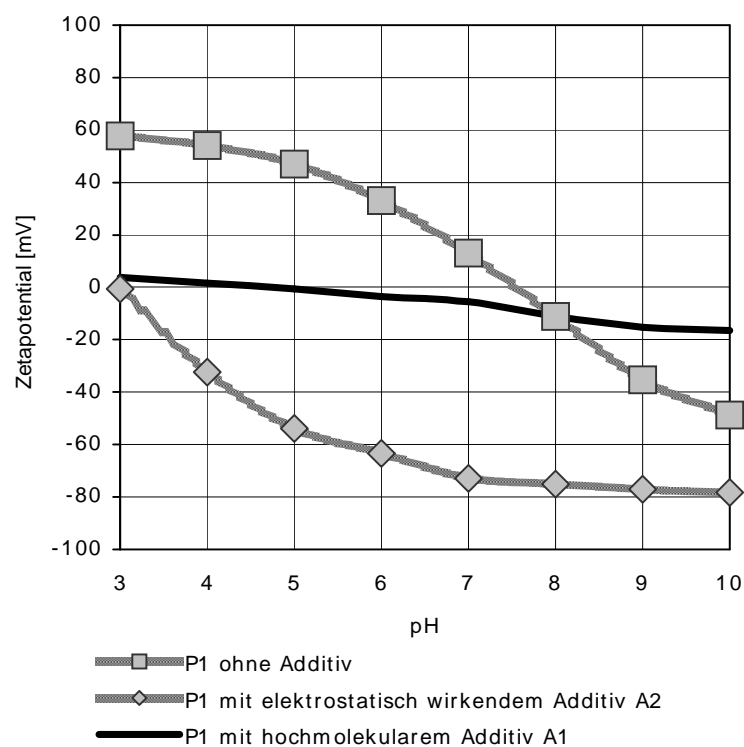


Abb.1 Typische Zetapotentialkurve von P1 (KRONOS 2310) sowie mit Zusatz von unterschiedlich wirkenden Dispergieradditiven.

Es werden 3 theoretische Interpretationsansätze vorgestellt und Korrelationen zu lacktechnisch wichtigen Eigenschaften, wie Lagerstabilität, Viskosität und den optischen Eigenschaften aufgezeigt.

Abb. 2 zeigt beispielhaft eine solche Korrelation, die sich auf die neu eingeführte „Systempotentialkennzahl (ζ^*)“ stützt.

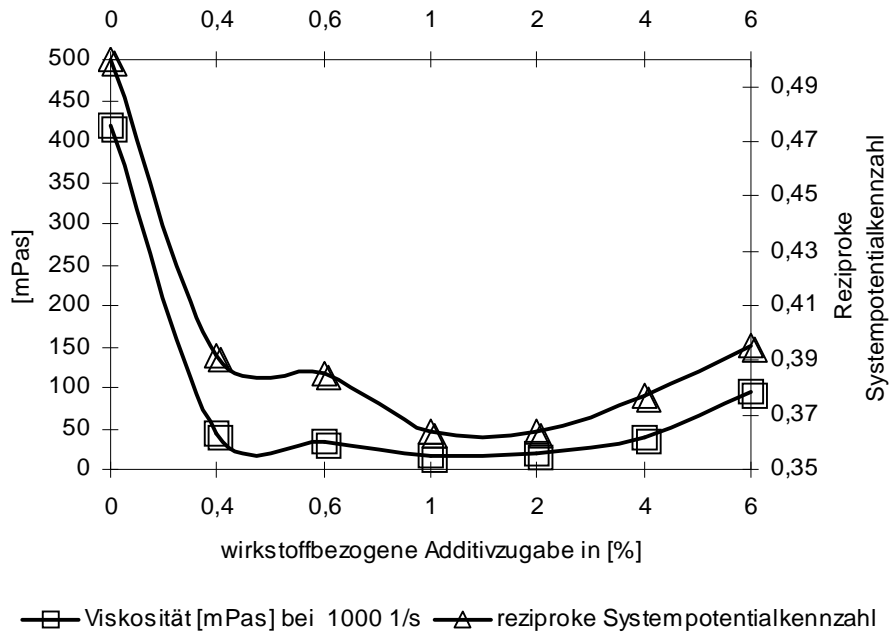


Abb.2 Zusammenhang zwischen der reziproken „Systempotentialkennzahl“ ($0,2 \cdot 1/\square^*$) einer 70%igen Slurry von P1 (KRONOS 2310) mit Zusatz eines hochmolekularen Dispergieradditivs und der Viskosität bei einer Scherrate von 1000s-1.

Notizen

Lösemittelfreie Sekundär-Dispersionen für wässrige 2K- PUR-Lacke

Dr. M. Mechtel, Dr. Th. Münzmay, Dr. Th. Stingl
Bayer MaterialScience AG
BU Coatings Adhesives Sealants
D-51368 Leverkusen

Wässrige 2K PUR-Lacke gewinnen in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung. Dabei spielen Aspekte wie Umweltverträglichkeit und geringe Lösemittlemission eine wesentliche Rolle. Aufgrund weiter verschärfter Umweltrichtlinien (z. B. EU Solvent Emission Directive ab 2007 in Kraft) stehen Lackproduzenten wie Lackrohstoffhersteller vor der Herausforderung, den Restlösemittelgehalt ihrer Produkte weiter zu vermindern.

Wässrige, hydroxyfunktionelle Polyacrylat-Dispersionen (PAC-Dispersionen) gehören neben wässrigen Polyester- und Polyurethan-Dispersionen zu den wichtigsten Polyolen für wässrige 2K-PUR-Lacke. Die heute verwendeten PAC-Dispersionen werden nach zwei unterschiedlichen Prozessen hergestellt. Das Eigenschaftsprofil wird aber entscheidend vom Herstellverfahren bestimmt. Beim Emulsionspolymerisations-Verfahren findet die Polymerisation im wässrigen Medium statt. Die nach diesem Verfahren hergestellten Primär-Dispersionen sind in der Regel lösemittelfrei. Charakteristisch ist ihr hohes Molekulargewicht. Daraus resultieren schnelle Trocknung und sehr gute Beständigkeitseigenschaften von Lacken auf Basis von Primär-Dispersionen.

	Primär-Dispersionen	Sekundär-Dispersionen
Molekulargewicht	hoch	niedrig
Echtheiten/Beständigkeiten	hoch	hoch
Trocknungsgeschwindigkeit	schnell	variabel
Optische Eigenschaften Verlauf Aspekt	mäßig mäßig	gut sehr gut
Cosolvens	lösemittelfrei	Cosolvens

Tab.1 Eigenschaftsvergleich primärer und sekundärer PAC-Dispersionen

Die nach dem Sekundärdispersions-Prozess hergestellten PAC-Dispersionen haben dagegen ein relativ niedriges Molekulargewicht. Sekundär-Dispersionen ergeben Lacke mit hervorragenden optischen Eigenschaften wie gutem Verlauf und hohem Glanz. Ein Nachteil der heute bekannten Sekundär-Dispersionen ist ihr prozessbedingter Cosolvens-Gehalt. Obwohl es nicht an Versuchen mangelte, auf Cosolvenzen bei diesem Prozess zu verzichten bzw. diese nachträglich aus dem Produkt zu entfernen, war bisher kein wirtschaftlich sinnvoller Herstellprozess für PAC-Sekundär-Dispersionen bekannt, der ohne den Einsatz von merklichen Mengen an Cosolvenzen auskommt.

Eine elegante Lösungsmöglichkeit bieten maßgeschneiderte Reaktivverdünner, welche einerseits die Funktion des Cosolvens' beim Herstellprozess übernehmen und andererseits zu besserem Eigenschaftsniveau des Endproduktes führen. Man

erhält auf diese Weise PAC-Sekundär-Dispersionen, die praktisch frei von Lösemitteln sind und sich zu wässrigen 2K-PUR-Lacken mit hervorragendem Eigenschaftsprofil und sehr niedrigen VOC (volatile organic compound) verarbeiten lassen.

An Beispielen aus den Bereichen Fußbodenversiegelung und Automobilerstlackierung werden die Eigenschaften von Lacken auf Basis der neuen Dispersionen diskutiert.

Der wässrige 2K PUR-Lack auf Basis Bayhydrol® XP 2542 / Bayhydur® XP 2547 zeichnet sich durch seinen sehr geringen VOC bei schneller Trocknung, hohe Beständigkeiten und niedrigen Abrieb aus. Über die Isocyanat-Kennzahl lässt sich die Härte des Lackes in weiten Grenzen variieren.

Binder	Bayhydrol® XP 2542		Desmophen® 650
Polyisocyanat	Bayhydur® XP 2547		Desmodur® N100
Katalyse	ohne	mit	mit
VOC [g/l]	15	15	270
Pendeldämpfung [s]			
1 d bei RT	33	119	54
4 d bei RT	152	162	95
7 d bei RT	174	180	132
Chemikalienbeständigkeit*			
Wasser	5	5	5
i-Propanol	5	5	5
Benzin	5	5	5
Ethanol	5	5	5
Abrieb [mg]			
500 Umdrehungen	2	2	2
1000 Umdrehungen	6	7	5

* 1 Stunde Einwirkzeit

Tab.2 Vergleich von konventionellem, lösemittelhaltigem 2K PUR-Lackbindemittel mit wässrigem 2K PUR-Lackbindemittel auf Basis Bayhydrol® XP 2542 / Bayhydur® XP 2547 für die Fußbodenversiegelung

Notizen

Entwicklung einer neuartigen experimentellen Methode zur Bestimmung der kritischen Pigment-Volumen-Konzentration von Beschichtungen mit Hilfe der Impedanzspektroskopie

R.E.Lobnig¹, W.Villalba¹, K.Goll¹,
J.Vogelsang², I.Winkels³, R.Schmidt⁴, P.Zanger⁴, J.Sotemann⁵

¹ Fachhochschule Esslingen – Hochschule für Technik, Esslingen

² Sika Technology AG, Zürich

³ Sika Deutschland GmbH, Gelsenkirchen

⁴ Geholit + Wiemer, Graben-Neudorf

⁵ Sachtleben Bergbau GmbH, Wolfach/Baden

Die kritische Pigment-Volumen-Konzentration (kPVK) einer Beschichtung ist eine Kenngröße, bei der sich viele anwendungstechnische Eigenschaften wie z.B. Glanz, chemische Widerstandsfähigkeit, Korrosionsbeständigkeit, Wasseraufnahme und Wasserdampfdiffusion drastisch ändern. Die Kenntnis dieser Größe ist daher für die Entwicklung innovativer Beschichtungen dringend notwendig. Alle bekannten Bestimmungsmethoden der kPVK sind umständlich und wenig genau, da die Messgrößen schlecht quantifizierbar sind. Ziel dieses Projektes war daher die Entwicklung einer einfachen, verlässlichen experimentellen Methode mit leicht quantifizierbaren Ergebnissen zur Bestimmung der kPVK.

An 24 Beschichtungs-Typen wurde untersucht, ob die elektrochemische Impedanzspektroskopie (EIS) als kPVK-Bestimmungsmethode geeignet ist. Es wurde gezeigt:

Die kPVK von Beschichtungen kann mit Hilfe von EIS bestimmt werden. Der Vergleich von Bode-Plots für verschieden PVKs, d.h. Auftragungen des Betrags der Impedanz $\lg|Z|$ und der Phase der Impedanz φ als Funktion der Frequenz, erlaubt die Bestimmung der kPVK.

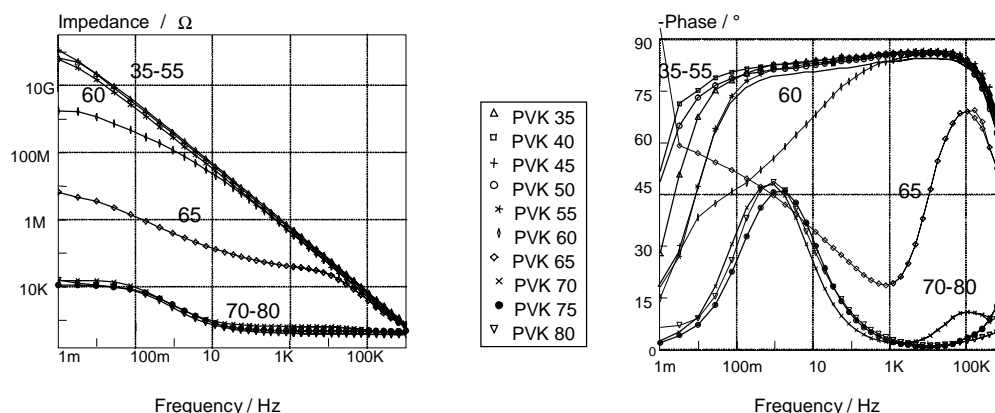


Abb.1 Bode-Diagramme von EP-Kalziumcarbonat-Zinkphosphat-Eisenoxid gelb-Talk-Beschichtungen mit PVK-Werten zwischen 35 und 80 nach 2,5-5 Stunden Auslagerung in 0,01 m KNO_3 -Lösung. Die kPVK liegt bei 65%.

Durch Fit-Prozeduren mit einfachen Modellschaltbildern können Kennwerte abgeleitet werden, die unterkritische Beschichtungen klar von überkritischen Beschichtungen unterscheiden. Die Kennwerte Porenwiderstand R_p , Kapazität C des die Beschichtung beschreibenden Constant Phase Elements (CPE), die relative

Dielektrizitätskonstante ϵ_R der Beschichtung sowie der Exponent n des CPE können zur Bestimmung der kPVK genutzt werden. Der Exponent n des CPE zeigt die kPVK weniger genau an als die übrigen Parameter. Keiner der anderen Parameter erwies sich als für alle Beschichtungstypen vorteilhafter als die anderen.

Für kommerzielle Beschichtungen auf Lösemittelbasis ist die neue Methode zur Bestimmung der kPVK gut geeignet. Für diese Beschichtungen können Näherungswerte des Porenwiderstandes R_p , z.B. das Maximum von $|Z|$ im Frequenzbereich 1 mH-1 MHz oder 100 mHz – 100 kHz sowie der Betrag der Impedanz $|Z|$ bei 10 mHz zur Bestimmung der kPVK benutzt werden. Insbesondere die Messung von $|Z|$ bei 10 mHz ist experimentell einfach und daher für industrielle Anwendungen geeignet.

Bei kommerziellen Beschichtungen auf Wasserbasis ist die Bestimmung der kPVK mit Hilfe von EIS deutlich weniger eindeutig als für die Beschichtungen auf Lösemittelbasis. Der Hauptgrund dafür ist, dass sich die Ergebnisse der unterkritischen Beschichtungen mit verschiedenen PVKs deutlich stärker voneinander unterscheiden. Dadurch wird der Parameter-Sprung von unter- zu überkritischen Beschichtungen kleiner und die kPVK als Grenze zwischen unter- bzw. überkritischen Beschichtungen undeutlicher. Zur Bestimmung der kPVK dieser Beschichtungen eignet sich vor allem der optische Vergleich von Bode-Kurven.

Die neue Methode erwies sich als geeignet, die kPVK von Beschichtungen mit Nano-Pigmenten zu ermitteln, was mit der Referenzmethode, der elektronenmikroskopischen Analyse von Querschliffen nicht möglich war.

Notizen

Neuartige Netz-und Dispergieradditive für nicht-wässrige, bindemittelarme oder bindemittelfreie Pigmentkonzentrate

János Hajas, BYK-Chemie GmbH
Wesel, D

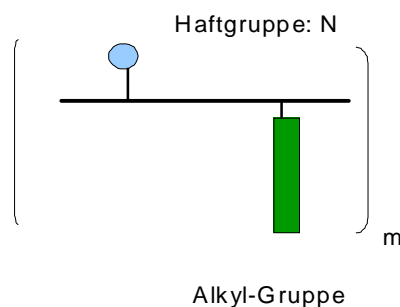
Seit längerer Zeit werden Pigmentkonzentrate für den nicht-wässrigen Bereich mit einer Kombination aus Lösemitteln, Anreibeharzen und Netz-und Dispergieradditiven formuliert. Als Anreibeharz, werden vorwiegend Aldehydharze, Ketonharze, seltener Kohlenwasserstoffharze und Acrylatharze eingesetzt. Als Netz-und Dispergieradditiv, werden hauptsächlich Urethan-Blockpolymere oder Polyacrylate mit tertiärer Stickstoff-Haftgruppe verwendet. Typisch sind etwa Formulierungen mit 15-25 % festem Anreibeharz, 2-8 % Additiv-Wirksamsubstanz, 25-35 % Lösemittel, und 20-60 % Pigment.

Probleme mit „klassischen“ Pigmentkonzentraten

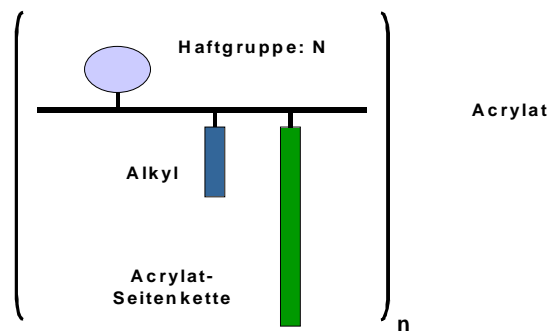
Ein Nachteil dieser Formulierungen, dass sie in relativ grossen Mengen ein Anreibeharz enthalten, welches als niedermolekulares, in der Regel nicht oder kaum vernetzbares Bestandteil der Formulierung, die allgemeinen Filmigenschaften (Lösemittelbeständigkeit, Ölbeständigkeit, Härte, Wetterbeständigkeit...) in hochwertigen Lacken deutlich negativ beeinflussen kann. Es ist ein Bedarf entstanden, Pigmentkonzentrate – ähnlich, wie im wässrigen Bereich schon seit lange möglich – mit sehr wenig Anreibeharz, oder sogar ganz ohne Anreibeharz zu formulieren. Die klassischen Blockpolymere sind für solche Anwendungen sehr bedingt einsetzbar, mit der Senkung der Anreibeharzkonzentration treten vermehrt Probleme (Verdickung, Bodensatzbildung, Stippenbildung, pigmentshockähnliche Probleme bei der Abtönung usw.) auf. Neue Additivstrukturen sind entwickelt worden, um diese Probleme zu vermindern oder ganz zu beheben.

Neue Strukturen

Eine aussichtsreiche Struktur für sehr breit verträgliche, bindemittelarme Formulierungen ist etwa die nachfolgende hochmolekulare Polymerstruktur*:



Eine andere Struktur (***) mit sehr hohem Molgewicht bis zu 60.000 ist zwar (besonders im unteren Polaritätsbereich) nicht sehr breit verträglich, ergibt aber sehr gute Eigenschaften, ausgezeichnete Pigmentierungshöhe und hervorragende Auflackstabilität ganz ohne Anreibeharz:



Neue Pigmentkonzentrate ohne oder mit wenig Anreibeharz

Die neuen Pigmentkonzentrat-Formulierungen mit den Polymeren der ersten Struktur (*) zeichnen sich durch ihren besonders niedrigen Anreibeharzbedarf aus: bereits mit einer Anreibeharz-Konzentration von 3-4 % kann eine vernünftige Stabilität erreicht werden. Pigmentkonzentrate dieser Art lassen sich ohne Verträglichkeitsprobleme von Langöl-, und Mittelölalkyden über thermoplastische Acrylat-Bindemittel und Vinylharze bis zu Epoxydsystemen und Polyurethansystemen überall einsetzen. Selbst in Langölalkyden, gelöst in aromatenfreiem Testbenzin, gibt es keine Verträglichkeitsprobleme.

Pigmentkonzentrate mit diesen Additiven werden bei allgemeinen Industrialacken sowie im Korrosionsschutz bereits eingesetzt.

Das Polyacrylat-Additiv (**) hat zwar einen engeren Verträglichkeitsbereich (nicht gut verträglich etwa mit Alkydharzen), ermöglicht aber Pigmentkonzentrate ganz ohne Anreibeharz zu formulieren. Die Pigmentierungshöhe dieser Pigmentkonzentrate (besonders mit anorganischen Pigmenten) liegt um ca. 5 % höher als bei vergleichbaren anreibeharzhaltigen Formulierungen.

Um der drohenden Gefahr der Austrocknung und Hautbildung dieser Pigmentpasten entgegenzuwirken, wird empfohlen, ca. 10 % hoch siedende Ester (Butyldiglykolacetat, DBE etc.) in der Rezeptur mit zu verwenden. Pigmentkonzentrate dieser Art werden in erster Linie bei hochwertigen Kunststofflacken und Industrielacken eingesetzt.

* z.B. DISPERBYK-2150, BYK-9077

** z.B. DISPERBYK-2050

Notizen

Charakterisierung und physikalische Eigenschaften von Oberflächen

Michael Osterhold, DuPont Performance Coatings GmbH & Co. KG
Christbusch 25
D-42285 Wuppertal

Zusammenfassung

Zur Erzielung einer hohen optischen Qualität von Lackoberflächen werden neben einem guten Verlauf (Oberflächenstruktur) und hohem Glanz insbesondere Beständigkeiten gegen mechanische Beanspruchungen (Verkratzungen) und Chemikalien gefordert. Beispielsweise erzeugen in einer Automobilwaschstraße Waschbürste und Schmutz Kratzer mit einer Breite von wenigen μm bei einer Tiefe bis zu einigen Hundert nm. Zur Charakterisierung der Kratzbeständigkeit sind vor diesem Hintergrund in letzter Zeit insbesondere Methoden, die einen einzelnen Kratzer erzeugen, entwickelt worden (Micro- oder Nano-Scratch-Verfahren). Dem gegenüber stehen mehr praxisorientierte Verfahren, die auf relativ einfachen Methoden beruhen bzw. versuchen, nah an der Realität (z. B. Waschbürsten-Verfahren) zu prüfen.

Zur gezielten Steuerung der Kratzfestigkeit und der Beständigkeit gegenüber Säuren ist die Kenntnis der Vernetzungsdichte und Glasübergangstemperatur Voraussetzung. Als Methode zur Bestimmung der Vernetzungsdichte hat sich die Dynamisch-Mechanische Analyse DMA mittlerweile fest etabliert. Neben dem mechanischen Verhalten von Lackoberflächen spielt das optische Erscheinungsbild (Appearance) durch den zunehmenden Einsatz von Kunststoffen als Automobilanbauteile eine entscheidende Rolle. In diesem Zusammenhang wird auf der gesamten Automobilkarosse eine ähnliche Oberflächenstrukturentwicklung erwartet, unabhängig vom eingesetzten Substratwerkstoff (Stahl oder Kunststoff). Die Kenntnis der verschiedenen Einflussgrößen auf das endgültige optische Erscheinungsbild (Substratstruktur, Lackschichten etc.) ist hierbei von besonderer Bedeutung. Die Charakterisierung und Steuerung der Oberflächeneigenschaften Struktur/Appearance, Kratz- und Säurebeständigkeit werden im Vortrag exemplarisch aufgezeigt.

Notizen

„Smart Surface“ – Oberflächenanalytik, die in die Tiefe geht. Moderne Oberflächenanalytik

Dr. Alexander Valenca, InfraServ Knapsack, Analytik Höchst

Der Bereich der Oberflächenanalytik nimmt unter den analytischen Verfahren eine besondere Position ein, da zahlreiche Materialeigenschaften direkt durch die Struktur und chemische Zusammensetzung der jeweiligen Oberfläche bestimmt werden. Unter dem Produktnamen „Smart Surface“ bieten die Firmen InfraServ Knapsack und Cascade Scientific ein integriertes Dienstleistungspaket zum Thema Oberflächenanalytik an. Zur detaillierten Beschreibung von Topographie, Mikrostruktur oder chemischer Zusammensetzung nahezu beliebiger Ober- und Grenzflächen wird dabei ein breites Spektrum moderner analytischer Verfahren verwendet. Diese Verfahren erlauben je nach Fragestellung die Untersuchung von Strukturgrößen vom Mikrometer- bis zum sub-Nanometerbereich sowie die Charakterisierung der Oberflächenchemie und den Nachweis geringster Substanzmengen.

Mit den bildgebenden Verfahren wie zum Beispiel der Rasterelektronenmikroskopie (REM) oder der Rasterkraftmikroskopie (AFM) lassen sich je nach gewünschter Auflösung Aussagen über die Topographie und Mikrostruktur einer Probe treffen. Mit einer Grenzauflösung von wenigen Nanometern ermöglicht die Rasterelektronenmikroskopie dabei die Untersuchung und Darstellung feinsten Details, zum Beispiel bei der Charakterisierung nanostrukturierter Oberflächen.

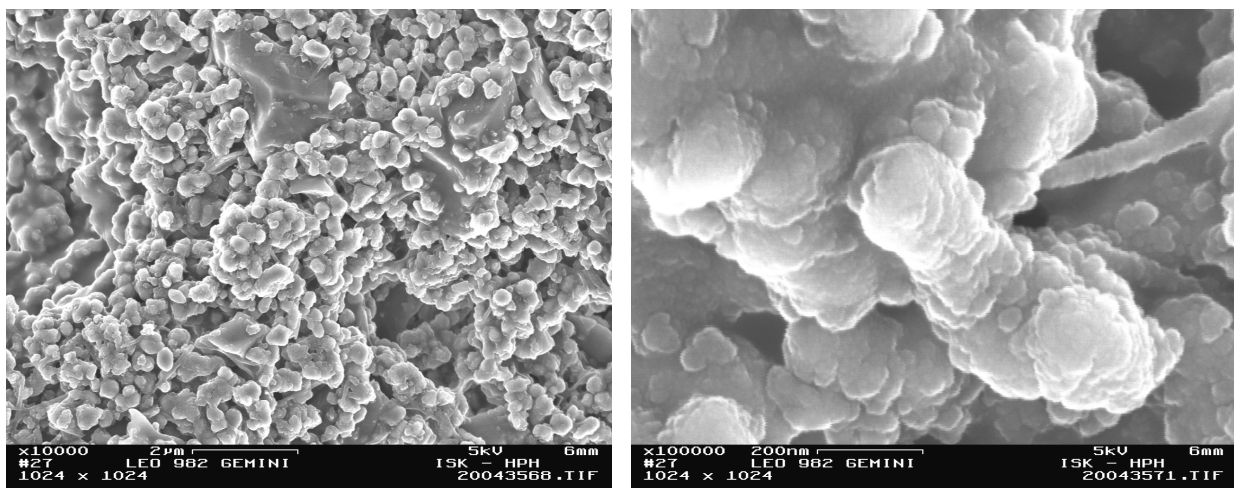


Abb.2 REM-Aufnahmen einer Anstrichfarbe mit Lotuseffekt.

Für die ortsauflöste Untersuchung der Oberflächenzusammensetzung existieren unterschiedliche Ansätze. Die Röntgenmikroanalyse, d.h. die Kombination aus Rasterelektronenmikroskop und Röntgenfluoreszenzspektroskopie (EDX oder WDX) ermöglicht die qualitative und quantitative Elementanalyse im Mikromaßstab, z.B. bei Gefügen, Inhomogenitäten, Oberflächendefekten oder Kontaminationen.

Wenn bei der Charakterisierung von Oberflächenzusammensetzungen Daten mit einer Informationstiefe von nur wenigen Nanometern erforderlich sind, z.B. bei

dünnen Schichten, kann auf die Röntgenphotoelektronenspektroskopie (ESCA oder XPS) zurückgegriffen werden. Neben der quantitativen Elementanalyse lassen sich mit ESCA zusätzliche Informationen über Bindungszustände bzw. die chemische Umgebung der nachgewiesenen Elemente gewinnen.

Die Charakterisierung komplexer organischer Verbindungen an Oberflächen kann mit Hilfe der Infrarot-Spektroskopie oder der Time-of-Flight Sekundärionenmassenspektrometrie (ToF-SIMS) erfolgen. Mit einer Nachweisempfindlichkeit von nur wenigen Moleküllagen nimmt dabei das hochauflösende ToF-SIMS beim Nachweis und der Identifikation geringster Substanzmengen eine herausragende Stellung ein.

Das Einsatzspektrum der beschriebenen Methoden ist breit gefächert. Aufgrund ihrer hohen Auflösung und Nachweisempfindlichkeit sind sie auch für Fragestellungen abseits der reinen Oberflächencharakterisierung erfolgreich einsetzbar. Dieser universelle Charakter eröffnet auch auf dem Gebiet der Anstrichstoffe und Pigmente zahlreiche Einsatzmöglichkeiten, sei es bei der Pigment- und Bindemittelanalytik, der Untersuchung physikalischer Eigenschaften oder bei Spezialanwendungen wie zum Beispiel der Schadenfallsanalyse.

Notizen

Untersuchung innerer Spannungen in anorganischen Sol-Gel-Beschichtungen

Eberhard Jürgens^a, Michael Mager^a, Ulrich Itter^a, Mireille Wenkin^b, Marcel Piens^b

^a Bayer MaterialScience AG, D-51368 Leverkusen

^b Coatings Research Institute, BE-1342 Limelette

Die Praxistauglichkeit eines Beschichtungssystems hängt entscheidend von einer guten Anpassung der Beschichtung an das Substrat ab. Dies gilt auch für die thermischen und hygroskopischen Ausdehnungskoeffizienten. Eine Änderung der klimatischen Bedingungen (Temperatur oder Feuchte) kann eine Fehlanpassung zur Folge haben, die über den Aufbau innerer Spannungen in der Beschichtung zum Versagen führt. Delamination und Rissbildung sind Beispiele für ursächlich damit zusammenhängende Defektstrukturen.¹

Die thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Polymeren, Metallen sowie anorganischen und Hybrid-Materialien reichen über mehrere Größenordnungen und zeigen dabei prinzipielle materialspezifische Unterschiede in der Abhängigkeit von Temperatur und thermischer Vorgeschichte. Bei den polymeren Materialien spielt die relative Lage zur Glasübergangstemperatur eine entscheidende Rolle.² Bei anorganischen Beschichtungen auf Sol-Gel-Basis kommt es wesentlich auf die Einbrennbedingungen an, die Einfluss auf den Kondensationsgrad haben.³

Der Aufbau innerer Spannungen in Beschichtungen wird generell von drei Beiträgen bestimmt:

1. Spannungen, die mit der Filmbildung/Vernetzung verbunden sind und ihre Ursache in Schrumpfprozessen haben,
2. durch Temperaturänderungen bedingte Spannungen (*thermal stress*),
3. durch Feuchteänderungen bedingte Spannungen (*hygroscopic stress*).⁴

Zur Quantifizierung innerer Spannungen in Beschichtungen existieren bereits bewährte Messverfahren wie das CoRI-Stressmeter, das auf einem Bimetall-Effekt beruht. In der Literatur sind zahlreiche Anwendungsbeispiele dieser Methode für Beschichtungen aus organischen Bindemitteln beschrieben.⁵ Die Methode wurde jetzt erstmals zur Untersuchung anorganischer Beschichtungen auf Sol-Gel-Basis eingesetzt. Die sog. Hard Coats wurden in einer bei Kratzfestbeschichtungen üblichen Schichtdicke von ca. 5µm appliziert.

Als Vergleichsstandard werden zunächst organische Beschichtungssysteme auf PUR- und Epoxidbasis unter dem Gesichtspunkt innerer Spannungen diskutiert. Am Beispiel wässriger 2K-PUR-Klarlackfilme wird dargestellt, wie sich Struktur- und Verarbeitungsparameter auf die Ausbildung des *thermal stress* auswirken. Eine entscheidende Größe ist hier die Glasübergangstemperatur der Lackfilme. Dies gilt prinzipiell auch für die lösemittelbasierten PUR-Beschichtungen und (pigmentierten) Epoxid-Systeme unserer Probenserie.

Im Vergleich zu diesen organischen Beschichtungen wurden zwei chemisch unterschiedliche Typen von Hard Coats hinsichtlich innerer Spannungen charakterisiert. Neben üblichen Precursoren wie Tetraethoxysilan (TEOS) enthält Typ I u.a. Silica-Teilchen, Typ II dagegen dendrimerartige Komponenten.⁶ Die Applikation auf das bei der Cantilever-Methode übliche Stahlsubstrat erfolgte in

beiden Fällen durch Sprühen, wobei sich die Verwendung eines in sehr dünner Schicht aufgetragenen 2K-PUR-Primers als vorteilhaft erwies. Die Bestimmung der Schichtdicke erfolgte interferometrisch. Die Hard Coat Systeme wurden praxisüblich bei 130°C vernetzt, die PUR- und Epoxid-Beschichtungen dagegen bei 60°C forciert getrocknet und bei Raumtemperatur nachvernetzt.

Verglichen mit den organischen Beschichtungssystemen zeigen die beiden anorganischen Beschichtungen einen markanten zusätzlichen Stress-Beitrag, der ursächlich mit dem Vernetzungsmechanismus der Sol-Gel-Systeme (Hydrolyse/Kondensation) zusammenhängt und durch die Aushärtebedingungen beeinflusst werden kann.

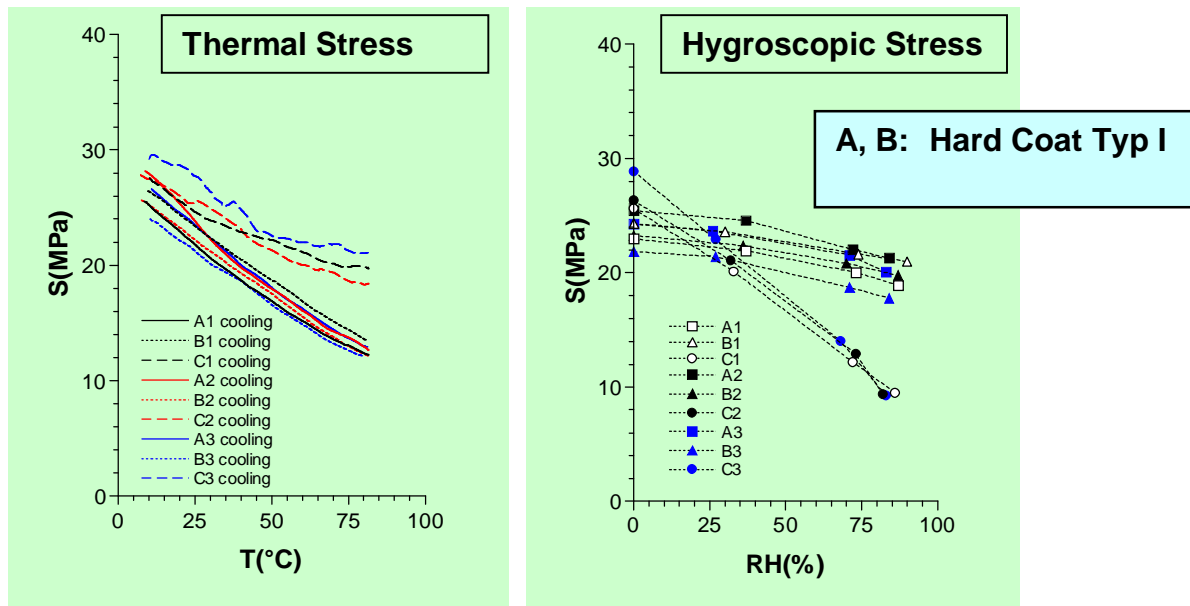


Abb.1 Innere Spannungen in Hard Coat Beschichtungen auf Sol-Gel-Basis
Messungen mit einer Cantilever-Methode (CoRI-Stressmeter) auf einem Stahlsubstrat
(d = 150 µm)

Zwischen den beiden Hard Coat Systemen selbst findet man signifikante Unterschiede im Hinblick auf die Beiträge *thermal stress* und *hygroscopic stress*. Typ I zeigt (auf Stahl) eine größere Temperaturabhängigkeit als Typ II, der unter diesem Aspekt am besten an das Stahlsubstrat angepasst ist. Im Hinblick auf eine Feuchtevariation (bei Raumtemperatur) verhält es sich genau umgekehrt: Während bei Typ I eine Erhöhung der relativen Feuchte nur mit einer geringen Änderung der inneren Spannungen verbunden ist, werden beim Typ II die inneren Spannungen durch Feuchteerhöhung deutlich reduziert.

Zusammengefasst bietet die Cantilever-Methode eine Möglichkeit, auch in sehr dünnen anorganischen Beschichtungen sowie organisch-anorganischen Hybridbeschichtungen innere Spannungen unterschiedlicher Ursachen zu quantifizieren. Sie liefert damit ein zusätzliches Werkzeug, durch quantitative Struktur-Eigenschafts-Korrelationen derartige Beschichtungen gezielt zu optimieren und an vorgegebene metallische oder polymere Substrate anzupassen.

¹ D.Y. Perera, „Role of Stress on Durability of Organic Coatings“ in R.A. Ryntz (Ed.) „Plastics and Coatings“, Hanser Publishers (2001), p. 115

² U.T. Kreibich, R. Schmid, „Thermische Eigenschaften“, in H. Batzer (Ed.) „Polymere Werkstoffe“, Vol. I, Georg Thieme Verlag (1985), p. 471

³ C.J. Brinker, G.W. Scherer, „Sol-Gel Science“, Academic Press (1990), p. 554

⁴ D.Y. Perera, D. Vanden Eynde, J. Coatings Technol. 59, No. 748 (1987), p. 55

⁵ D.Y. Perera, „Stress Phenomena in Organic Coatings“ (1995), in Gardner-Sword Handbook (Paint and Coating Testing Manual), 14th ed., J.V. Koleske (Ed.). ASTM (MNL 17), p. 585

⁶ S. Hofacker, M. Mechtel, M. Mager, H. Kraus, Prog. Org. Coat. 45 (2002), p. 159

Notizen

Biologischer Befall, ein Phänomen an Phasengrenzflächen (Biodeterioration, a phenomenon of the phase interface)

Dr.W.Lindner, Troy Corp.
Florham Park, NJ

Farben und Beschichtungen werden in Produktion, Lagerung und Gebrauch von Mikroorganismen besiedelt, falls sie nicht geschützt sind.

Moderne Beschichtungsmaterialien sind unvermeidlich stärker durch mikrobiellen Befall gefährdet, weil keine Schwermetalle, wie z.B. Trockner, enthalten sind, ausschliesslich biologisch abbaubare organische Rohstoffe eingesetzt werden und auch die verbesserte Luftqualität in weiten Teilen Europas mikrobiellen Bewuchs fördert.

Das Leben von Mikroorganismen findet bevorzugt auf Oberflächen statt. Die Besiedlung von Oberflächen mit Bakterien kann man als Biofilme in der Farbenproduktion, in Lagertanks beobachten, während Beschichtungen von Pilzen und Algen besiedelt werden.

Da Mikroorganismen auf Oberflächen nicht leicht zu entfernen sind, muss der Schutz vor Besiedlung in der Farbenindustrie hohe Priorität zugemessen werden.

Gegenwärtig wandeln sich die gesetzgeberischen und regulatorischen Randbedingungen für den Biozideinsatz sehr schnell und die verfügbaren Wirkstoffe werden aus immer neuen Blickwinkeln kritisch hinterfragt, Nicht nur die Europäische Biozidrichtlinie 98/8/EC, aber auch Klassifizierung und Kennzeichnungsvorschriften, Reinhaltung der Innenraumluft, sowie Verbraucher- und Umweltzeichen zwingen die Biozid- und Farbenindustrie die Strategie zur Vermeidung mikrobiellen Verderbs laufend zu überdenken. Es gilt die den regulatorischen Rahmenbedingungen angemessenen, effektiven Massnahmen zu annehmbaren Kosten für jede spezielle Anwendung von Beschichtungen vorzuschlagen.

Da die Entwicklung von neuen bioziden Wirkstoffen mit unüberwindbar hohen Kosten verbunden ist, muss die geschickte Kombination der verfügbaren Substanzen, der gezielte Einsatz und die Stabilisierung in den gegebenen zu schützenden Materialien vorrangiges Ziel sein. Die Lagerkonservierung von Innenwandfarben lässt sich bei der begrenzten Auswahl von Wirksubstanzen nur noch mit dem gezielten Einsatz von schnell wirkenden Konservierungsmitteln in der Produktion und Lagerung bewerkstelligen. Bei der Filmkonservierung empfiehlt es sich in der Praxis bewährte Wirkstoffe, wie z.B. Carbendazim auch unter neuen Kennzeichnungsbedingungen nicht aus dem Repertoire zu verbannen. In diesem Zusammenhang werden praxisnahe Versuchsergebnisse vorgestellt, die das Zusammenspiel von Physik und Mikrobiologie in biozid ausgerüsteten Farbfilm beleuchten.

Notizen

Notizen