

Flexibler und widerstandsfähiger



Quelle: bernardo - stock.adobe.com

ALKOXYSILANFUNKTIONELLE POLYURETHANE // EINE NEUE KLASSE VON ORGANISCHEN BESCHICHTUNGSHARZEN WURDE ENTWICKELT, DIE ÄHNLICHE LEISTUNGSMERKMALE WIE PERFLUORIERTEN STANDARDHARZE VORWEIST. IN DIESEM BEITRAG UNTERSUCHEN WIR DIE VORTEILE UND GRENZEN DER SILYLIERTEN POLYURETHAN-TECHNOLOGIE FÜR DIE FORMULIERUNG VON FLEXIBLEN, KORROSIONSBESTÄNDIGEN UND HOCH BEWITTERUNGSBESTÄNDIGEN COIL-COATING-BESCHICHTUNGSSYSTEMEN.

Dr. Dmitry Chernyshov und Dr. Philip Kensbock,
Momentive Performance Materials

Perfluoralkyl- und Polyfluoralkyl-substanzen (PFAS) spielen eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung und Herstellung zahlreicher Hochleistungsmaterialien und Verbundstoffe. Die resultierenden hochgradig fluorierten Materialien sind bekannt für ihre bemerkenswert hohe chemische Inertheit, Beständigkeit gegen UV-Strahlung, hervorragender Benetzbarkeit und omniphobisches Verhalten. In zahlreichen industriellen High-End-Performance-Bereichen sind diese Materialien unverzichtbar, wobei der Beschichtungsmarkt keine Ausnahme bildet. Perfluorierte Tenside sind typische Netz- und Dispergiermittel, die in Lösungsmittel- und wasserbasierten Bautenschutz- und Decorbeschichtungen verwendet werden. PFAS-Polymere wie PTFE, PVDF, FEVE usw. sind Bausteine für viele Beschichtungsformulierungen, die auch in den rauensten und anspruchsvollsten Umgebungen eingesetzt werden.

Die jüngsten regulatorischen Änderungen haben jedoch die gesamte Klasse der PFAS-basierten Chemikalien auf den Prüfstand gestellt. Dies hat Diskussionen über alternative Technologien in Gang gesetzt, die Per- und Polyfluorhaltige Materialien ersetzen können. In vielerlei Hinsicht bietet die Silikonchemie eine praktikable Möglichkeit, für die Synthese alternativer Materialien mit PFAS-ähnlichen Leistungsmerkmalen. Das Polysiloxan-Grundgerüst -Si-O-Si- zeichnet sich durch eine hohe Bindungsstärke, eine einzigartige Rotationsflexibilität und eine niedrige Oberflächenenergie aus [1]. Modifikationen von Polysiloxan-Rückgraten sind von Natur aus vielseitig, einfach zu realisieren und eröffnen eine Vielzahl von Wegen, für die Kombination von Silikonem mit unterschiedlichen organischen Polymersystemen, um die Eigenschaften von PFAS-Chemikalien zu adressieren [1].

Silylierte Polyurethane sind eine neue Rohstoffklasse, die als PFAS-Alternative für leistungsfähige Beschichtungsanwendungen eingesetzt werden können. Sie sind vielseitig in Bezug auf Struktur und Design und bieten somit eine starke Performance bei länger werdenden Verarbeitungszeiten. Der Nutzen solcher Hybriden lässt sich am besten am Beispiel von Schutzbeschichtungssystemen demonstrieren, die für ihre strikten Produktspezifikationen und Anwendungsbedingungen bekannt sind. Vor kurzem haben wir eine neue Reihe silylierter Polyurethanharze unter dem Markennamen „CoatOSil“ Protec auf den Markt gebracht. Diese Technologie bietet Vorteile bei der Herstellung hochflexibler und korrosionsbeständiger Schutzbeschichtungen mit niedrigen und hohen Einbrenntemperaturen [2, 3]. Das Ziel der aktuellen Studie ist die Untersuchung der

Vorteile und Nachteile der silylierten Polyurethantechnologie für die Formulierung flexibler, korrosionsbeständiger und hoch witterungsbeständiger Bandbeschichtungssysteme. Im Rahmen der Untersuchung wird das neu entwickelte Harzsystem mit verschiedenen etablierten Technologien verglichen, darunter 1K-Polyurethanlacke, Standard-Polyester-Melamin, Silikon-Polyester und hochwertige PFAS-basierte Systeme.

Experimentelles

Die Zusammensetzungen der in unseren Studien verwendeten experimentellen weißen 1K-Coil-Coating-Decklacke auf Basis des neuen Hybrid-Harzes sind in *Tab. 1* zusammengefasst. Zur Herstellung wurden Pigmente und Füllstoffe in den verdünnten Harzen dispergiert und anschließend mit einer Laborkugelmühle auf 12-15 µm gemahlen. Dann wurden die resultierenden Lacksysteme mit Harzen, Verlaufsadditiven sowie Katalysatoren und Haftvermittlern in der Auflackphase modifiziert. Am Ende des Prozesses wurden die flüssigen Beschichtungszusammensetzungen filtriert und bis zur weiteren Verwendung kühl und trocken gelagert. In unserer Studie wurden folgende Bandbeschichtungstechnologien verwendet: (i) 1K-blockierte Polyurethanbeschichtung, bestehend aus OH-funktionellen Polyacrylaten, vernetzt mit einem blockierten Polyisocyanat-Härter; (ii) Standard Polyester-Melamin-Decklack auf der Basis eines OH-funktionellen Polyesterharz, vernetzt mit einem alkylierten Melamin-Härter; (iii) Silikonpolyester-System, bestehend aus einem PDMS-modifizierten Polyesterharz, das mit einem alkylierten Melaminhärter vernetzt ist; (iv) Decklacke auf der Basis fluorierter PFAS, bestehend aus einem Harzsystem

Tab. 1 // Decklack mit neuem Harz.

Neues Harz	256,2
Butylglykolacetat	117,1
Butylcarbitolacetat	7,3
TiO ₂	114,2
Talkum	95,2
Silan	9,5
UOP-Pulver	7,3
Mahlen mit Pearmühle	
Neues Harz	304,6
Silan	19
Butylglykolacetat	42,6
Silikon-Polyether-Block-Polymer	1,9
Katalysator	25
TOTAL	1000

vom FEVE-Typ, das mit einem blockierten Polyisocyanat-Vernetzer verwendet wird (FEVE-Thermoset) oder ohne Vernetzer (FEVE-Thermoplast). Alle Formulierungen wurden unter Verwendung derselben Pigment/Füllstoff-Mischung und desselben P/B-Wertes hergestellt, ähnlich wie das in *Tab. 1* zusammengefasste experimentelle silylierte PUR-System.

Für die Prüfung der Bandbeschichtungssysteme wurden feuerverzinkte (HDG, Gardobond OE) Prüfbleche verwendet. Die Reinigung der Prüfbleche erfolgte durch Besprühen mit alkalischer Reinigungslösung bei 60-70 °C für 20-30s. Nach dem Spülen mit reichlich entmineralisiertem Wasser wurden die Prüfbleche 15 min lang bei 65 °C getrocknet und mit einer Konversionsbeschichtung versehen. Die

Ergebnisse auf einen Blick

- Das silylierte Polyurethanharz erweitert die Einsatzfähigkeit die für aliphatische Polyurethan-Systeme typischen Leistungsvorteile indem sie sie flexibler, widerstandsfähiger und haltbarer macht.
- Unsere Ergebnisse zeigen, dass die neue Hybridtechnologie die Formulierung von Coil-Coating-Beschichtungen in ihrer mechanischen Integrität, Korrosionsbeständigkeit und chemischen Beständigkeit verbessert.
- Langfristige beschleunigte Bewitterungsstudien zeigten, dass Coil-Coating-Formulierungen auf der Grundlage der neuen Technologie bis zu 5000 h QUV-Belastung standhalten können, ohne das wesentliche Eigenschaften verändert werden.
- Die neue silylierte Polyurethan-Technologie ist ein vielversprechender Kandidat für die Substitution von Polymersystemen auf PFAS-Basis, insbesondere für hochwertige Bandbeschichtungsanwendungen.

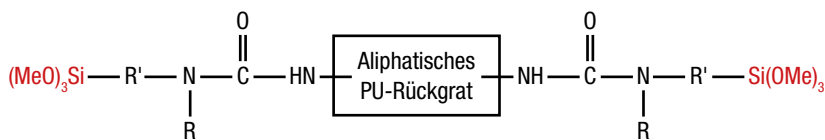


Abb. 1 // Typische Grundgerüststruktur des neuen Harzes.

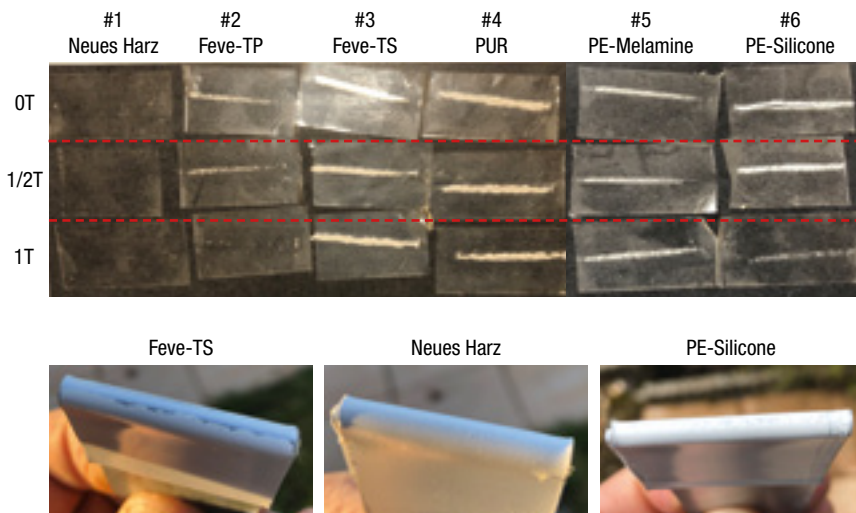


Abb. 2 // T-Bend Flexibilität verschiedener Bandbeschichtungen.

handelsübliche Cr-freie Konversionsbeschichtung wurde mit einem Laborbeschichtungsgerät und einem Zielgewicht von 60-80 mg/m² aufgetragen, 1-2 min bei 65 °C im Umluftofen getrocknet und anschließend mit einer Grundierung oder einem Decklack überlackiert. Als Grundierung wurde ein handelsübliches System vom Typ Epoxid verwendet. Das Auftragen der Grundierung und des Decklacks erfolgte mit Hilfe eines Laborrakels. Nach dem Auftragen wurden die Beschichtungen im Muffelofen bei einer PMT von 242 °C für die Grundierung und bei einer PMT von 232 °C für den Decklack ausgehärtet. Die angestrebten Trockenfilmdicken der Grundierungen und Decklacke betragen 6-8 µm bzw. 30-40 µm. Nach der Aushärtung wurden die experimentellen Beschichtungssysteme mindestens 10 bis 14 Tage bei Raumtemperatur und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit konditioniert, bevor sie getestet wurden.

Die Bewertung der mechanischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften der experimentellen Beschichtungssysteme wurden anhand der folgenden Prüfmethode und -verfahren durchgeführt: (i) Gitterschnittprüfung nach EN ISO 2409; die Nasshaftung wurde nach Konditionierung der Probekörper in

einer Kondenswasser-Feuchtigkeitskammer nach DIN EN ISO 6270-2 gemessen. (ii) Zylindrischer Dornbiegeversuch nach EN ISO 6860; (iii) Neutraler Salzsprühstest nach EN ISO 7253; (iv) Direkte und umgekehrte Schlagfestigkeitsprüfung nach EN ISO 6272. Für die experimentelle Bewertung wurde der Probekörper a) mit einem X-Kratzer versehen; b) am Querschnitt einem Rückschlag (2 kg, 50 cm) ausgesetzt; c) 2 h lang in kochendes Wasser getaucht; d) die Haftung wurde am Querschnitt mit Klebeband geprüft. (v) QUV-B beschleunigter Bewitterungstest nach ASTM G-154 (8 h UV bei 60 °C und 4 h bei 50 °C Kondenswasser); (vi) Trockenzeitaufzeichnung der nassen Lackfilme nach ASTM D5895; (vii) Erichsen-Tierfungsversuch nach DIN 50101; (viii) T-Biegeprüfung wurde nach den allgemeinen Empfehlungen der DIN EN 13523-7 durchgeführt. Kontaktwinkelmessungen wurden mit einem Instrument der Firma Krüss durchgeführt.

Ein neues Konzept für die Formulierung von Bandbeschichtungssystemen

Bei dem silylierten Polyurethan handelt es sich um ein hybrides, organisch-anorganisches Polymersystem, mit einem aliphatischen Polyure-

than-Harnstoff-Grundgerüst und modifiziert mit reaktiven Trimethoxysilylgruppen. Die typische Struktur des Harzes ist in Abb. 1 schematisch dargestellt.

Die Vernetzung des Harzes durch einen feuchtigkeitsinduzierten Hydrolyse-Kondensationsmechanismus führt zur Bildung eines Polymerfilms, der aus makromolekularen aliphatischen Polyurethan-Harnstoff-Bausteinen besteht, die über ultradisperse Oligo-Siloxan-Polymer-Mikrodomänen verbunden sind. Die Vernetzungsreaktion kann durch Wärmezufuhr oder den Einsatz von Hydrolyse-Kondensationskatalysatoren beschleunigt werden. Es können verschiedene Arten von Katalysatoren verwendet werden, darunter organische Basen wie Amidin, organische Säuren oder Metallkatalysatoren wie Sn-, Bi-, Zn-basierte Verbindungen, Titanate und Aluminate. Die Kombination von Polyurethan-Harnstoff- und Silikon-Bausteinen ergibt Beschichtungen, die sich durch eine hohe Integrität des molekularen Rückgrats auszeichnen. Dies resultiert in einer guten mechanischen Belastbarkeit und Flexibilität des Films. Zusammen mit der hohen Reaktivität machen diese Eigenschaften die silylierte PUR-Harztechnologie zu einem ausgezeichneten Kandidaten für das sehr anspruchsvolle Marktsegment der Bandbeschichtung. Das primäre Ziel war es, die Stärken und Schwächen der silylierten PUR-Technologie als Ersatz für hochleistungsfähige PFAS-Basierte Systeme zu untersuchen.

Zu diesem Zweck wurden mehrere Bandbeschichtungsformulierungen basierend auf verschiedenen Harztechnologien, darunter auch das erwähnte silylierte PUR-Harz und Fluorpolymere (auf FEVE-Basis), formuliert und ihre grundlegenden Eigenschaften untersucht. Außerdem wurden Standard-Coil-Coating-Technologien wie Polyester-Melamin, Polyester-Silikon und Polyurethan in die Untersuchung einbezogen, die als etablierte Benchmark-Kontrollen dienen. Die in der Studie verwendeten typischen Formulierungen für weiße Decklacke sind in Tab. 1 zusammengefasst. Für alle Systeme wurde das P/B-Verhältnis im Bereich von 0,45-0,55 und der Feststoffgehalt im Bereich von ca. 65 Gew.-% gehalten. Als anorganischer Füllstoff wurde Talkum verwendet, das insbesondere im Falle der silylierten PUR-Technologie aufgrund der intrinsischen Silikat-Silan-Wechselwirkungen für eine bessere Reaktivität und Kompatibilität sorgte. Darüber hinaus trug die Einarbeitung von Silikaten zur Verbesserung der Nasshaftung und der Feuchtigkeitsbeständigkeit der experimentellen Beschichtungen bei. Diese Effekte werden in der Regel auf die einzigartige lamellare Struktur der Füllstoffpartikel und deren Effizienz als Wasserbarriere zurückgeführt. Darüber hinaus zeigte das silylierte Polyurethanharz ausgezeichnete Benetzungs- und Dispergiereigenschaften, die die Herstellung von Nasslacken ohne zu-

Tab. 2 // Mechanische Eigenschaften verschiedener DTM-Typ Bandbeschichtungen.

	Neues Harz	FEVE Thermoset	FEVE Thermoplast	1K Polyurethan	Polyester-Melamin	Polyester-Silikon
Gloss bei 60°	41,4	63,7	69,2	82,6	48,3	45,8
König Pendelhärte (osc.)	53	101	96	97	87	63
T-Bend	0T	>1T	>0,5T	>1T	>1T	>1T
Schlagfestigkeit (0,5 m, 2 KG)	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Kochwassertest	OK	OK	OK	NOK	OK	OK
Trockenhaftung	GTO	GTO	GTO	GTO	GTO	GTO
Nasshaftung	GTO	GTO	GTO	GTO	GTO	GTO
Erichsen Test	> 8 mm	> 8 mm	> 8 mm	> 8 mm	> 8 mm	> 8 mm
NSST:						
504 h, Unterwanderung	< 3 mm	< 3 mm	< 3 mm	< 1 cm	< 3 mm	< delamin.
504 h, Unterwanderung	< 1 mm	< 1 mm	< 1 mm	< 1 cm	< 3 mm	< delamin.
720 h, Unterwanderung	< 5 mm	< 5 mm	< 5 mm	delamin.	< 5 mm	delamin.
720 h, Unterwanderung	< 2 cm	< 2 cm	< 2 cm	delamin.	< 2 cm	delamin.
Chem. Beständigkeit:						
THF	OK	OK	aufgelöst	OK	Flecken	Flecken
Testbenzin	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Fluid Öl	OK	OK	Flecken	OK	Flecken	OK
KOH (10 %)	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Reiniger	OK	OK	Flecken	OK	OK	OK
Motoröl	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Schwefelsäure (0,5M)	R25	R27	R30	R25	10	10

sätzliche Zugabe von Dispergiermitteln ermöglichen. Erwähnenswert ist auch, dass bei der silylierten Polyurethan-Technologie der Aushärtungsmechanismus auf Hydrolyse- und Kondensationsreaktionen von $-R-Si(OR)_x$ Alkoxysilanen beruht. Die Kinetik dieser Reaktionen ist in der Regel langsam, was den direkten Einsatz solcher Technologien in Beschichtungsanwendungen mit geringer Einbrennzeit oder schneller Aushärtung oft ausschließt. Um diesen Nachteil auszugleichen, wurden alle experimentellen silylierten PUR-Beschichtungssysteme mit einem Katalysator modifiziert. Katalysatoren vom Typ „Blockierte-Säure“ erwiesen sich als die effizientesten Systeme, insbesondere für Hochgeschwindigkeits- und Hochtemperatur-Beschichtungsanwendungen. In Anbetracht der reaktiven Natur der Alkoxysilanchemie wurden alle experimentellen Beschichtungsformulierungen zusätzlich mit einer Kombination von Wasserfänger modifiziert – einer Kombination aus Vinylalkoxysilan und Zeolith-Molekularsieben. Dies ermöglichte schnell aushärtende Beschichtungen mit erhöhter Lagerstabilität und verlängerter Topfzeit bei Lufteinwirkung.

Verbesserte Flexibilität von ausgehärteten Filmen

In der ersten Versuchsreihe untersuchten wir die Eigenschaften der silylierten Polyurethan-Technologie in Primer/Decklack-Anwendun-

gen. Zu diesem Zweck wurde eine Reihe von experimentellen Deckbeschichtungen durch direktes Auftragen der Flüssiglacke auf frisch aufgetragene und ausgehärtete Epoxidgrundierungen hergestellt (siehe experimenteller Abschnitt). Die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung, einschließlich der grundlegenden mechanischen Eigenschaften, Haftung, Flexibilität, Chemikalien- und Korrosionsbeständigkeit, sind in Tab. 2 zusammengefasst.

Laut unseren experimentellen Ergebnissen ermöglicht das silylierte PUR-Harz die Formulierung glatter, halbgänzender Bandbeschichtungssysteme mit hervorragenden mechanischen Eigenschaften. Die silylierte PUR-Technologie zeigte bei der Schlagfestigkeit, der Trocken-/Nasshaftung und der Erichsen-Tiefung Ergebnisse, die mit anderen etablierten Technologien vergleichbar sind. Typischerweise zeichneten sich Coil-Coating-Lacke, die mit Hybridharz formuliert wurden, durch eine relativ geringe Filmhärte aus, die in etwa auf dem Niveau von Silikon-Polyester-Systemen lag. Aufgrund der ausgesprochen niedrigen Oberflächenenergie der silylierten Harzfilme und ihrer hervorragenden Trenneigenschaften beeinträchtigte dies jedoch nicht die Blockfestigkeit der Beschichtungen. Gleichzeitig zeigte das silylierte PUR-Harz im Vergleich zu anderen Systemen eine signifikante Verbesserung der T-Biege-Flexibilität (0T) des ausgehärteten Beschichtungsfilms (Abb. 2). Eine Interpretationmöglichkeit ist, dass die Kombination von

aliphatischen Urethan-Grundgerüsten modifiziert mit hochdispersen Oligosiloxan-Domänen dazu beiträgt, die strukturelle Integrität der Filmzusammensetzung unter starker mechanischer Belastung zu erhalten.

Korrosionsschutz und chemische Beständigkeit

Darüber hinaus sorgten die funktionellen $-Si(OR)_3$ -Gruppen des Bindemittels für eine starke Haftung des Polymergerüsts auf dem vorbehandelten Metallsubstrat, was zu den hervorragenden Schutzzeigenschaften der Beschichtung beitrug. Die Untersuchung der NSST-Korrosionsbeständigkeit zeigte, dass die experimentellen Beschichtungen auf Basis der Hybridtechnologie gute Korrosionsschutzeigenschaften aufweisen. Im Durchschnitt zeigte das silylierte Polyurethan eine Korrosionsunterwanderung am Ritz und eine Kantenkorrosion, die gleich oder besser waren als bei den Standard-Technologien (Abb. 3).

Die chemische Beständigkeit der experimentellen Beschichtungen wurde durch direkten Kontakt mit verschiedenen Testflüssigkeiten bewertet, darunter: THF, Heptan, flüssiges Öl, wässrige 10%ige KOH-Lösung, Reinigungsmittel und Getriebeöl. Die Prüfung der Säure-Ätzbeständigkeit wurde mit einer 0,5M-Schwefelsäurelösung durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde der Beschichtungsfilm 30, 60 und 90 min lang bei 50 °C mit einer Schwefelsäurelösung

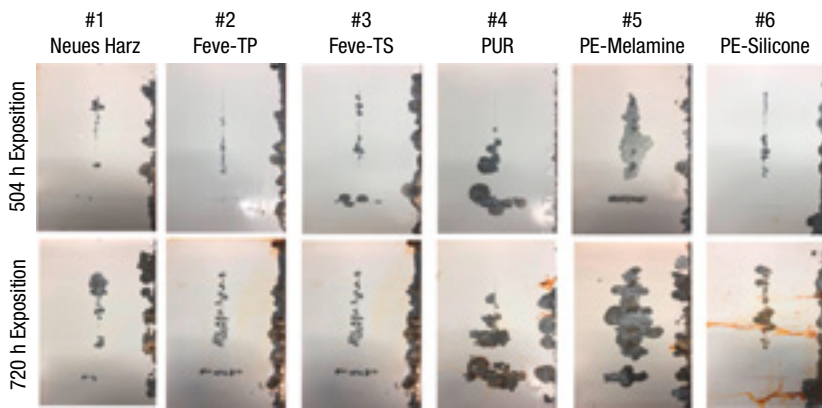


Abb. 3 // Korrosionsbeständigkeit verschiedener Bandbeschichtungsproben.

geätzt. Nach der Einwirkzeit wurde der Tropfen entfernt, die Testoberfläche mit entmineralisiertem Wasser abgespült und auf Fehler untersucht. Die Testflächen wurden wie folgt bewertet: R10 - keine sichtbaren Ätzspuren; R9 - kleine Flecken, aber keine Struktur beim Ertasten mit der Fingerspitze; R8 - Flecken, Struktur beim Ertasten; R6 - Flecken, mattweiße glänzende Flecken (trübe); R4 - beginnende Verschlechterung, weiße Flecken, deutliche Beschädigung der Beschichtung; R2 - Blasenbildung; R0 - Delamination der Beschichtung. Je höher die Gesamtbewertung, desto besser ist die Säure-Ätz-Beständigkeit des geprüften Lackfilms. Insgesamt zeigen die Versuchsergebnisse deutlich, dass die silylierte PUR-Harztechnologie eine Coil-Coating-Beschichtungen mit ausgezeichneter chemischer Beständigkeit und Säure-Ätzbeständigkeit ermöglicht (Tab. 2).

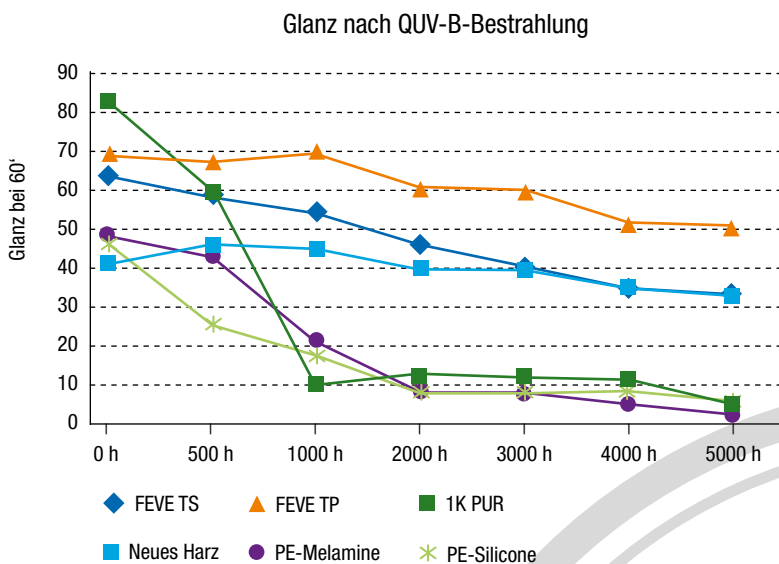


Abb. 4 // Ergebnisse der QUV-B Untersuchung verschiedener DTM-Typ Bandbeschichtungen.

Beschleunigte Langzeit-Bewitterung

Einer der wichtigsten Vorteile von PFAS-basierten Beschichtungstechnologien ist ihre außergewöhnlich hohe Beständigkeit gegen UV-Degeneration. Dies macht diese Systeme unverzichtbar für die Herstellung hochwertiger Bandbeschichtungssysteme mit hoher Lebensdauer. Um die Auswirkungen der Harzbeschaffenheit auf die Außenbewitterungsbeständigkeit von Bandbeschichtungen zu untersuchen, wurde eine Reihe von beschleunigten Langzeitbewitterungstests mit einer QUV-B-Strahlungsquelle durchgeführt. Die experimentellen Ergebnisse, die den Glanz verschiedener Testsysteme bei QUV-B-Bestrahlung zeigen, sind in Abb. 4 zusammengefasst. Es wird deutlich, dass Standard-Bandbeschichtungen wie Polyester-Melamin, Polyester-Silikon oder 1K-Polyurethan nach 500-700h Bestrahlung schon erste Verschlechterungen zeigen. Nach 1000-1500h kann ein abrupter Rückgang der Glanzwerte beobachtet werden. Im Gegensatz zeigten fluorierte Harzsysteme, bis zu 5000h Strahlungseinwirkung, nur leicht verringerte Glanzwerte und fast keine visuelle Erosion an der Oberfläche der Prüfkörper. Überraschenderweise zeigten die Formulierungen mit dem PUR-Silan-Hybrid ein ähnliches Beständigkeitsprofil wie fluorierte Polymersysteme vom FEVE-Typ. Insbesondere zeigte die aus silyliertem Polyurethanharz bestehende Testprobe selbst nach 5000h Exposition keine Anzeichen von Kreidung, Erosion oder schwerem Oberflächenabbau. Die Glanzminderung überstieg die 25-30% gegenüber dem Ausgangswert nicht (Abb. 4).

Vergleich der Haltbarkeit mit perfluorierten Polymersystemen

Um das Phänomen des UV-Abbaus durch die Bewitterung genauer zu untersuchen, wurde

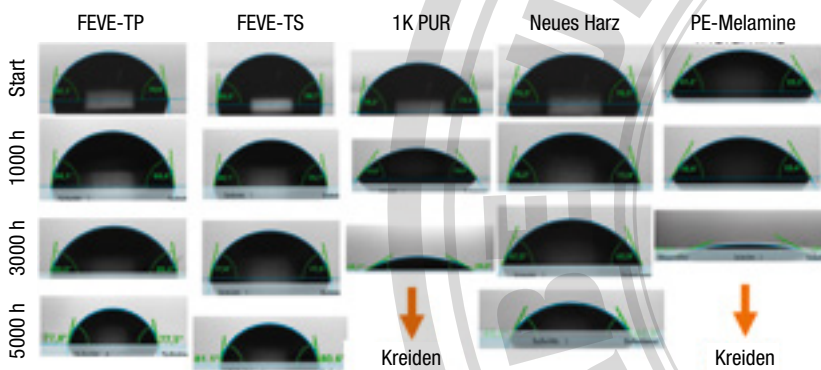


Abb. 5 // WCA von verschiedenen Bandbeschichtungssystemen, gemessen bei unterschiedlichen QUV-Belichtungszeiten.

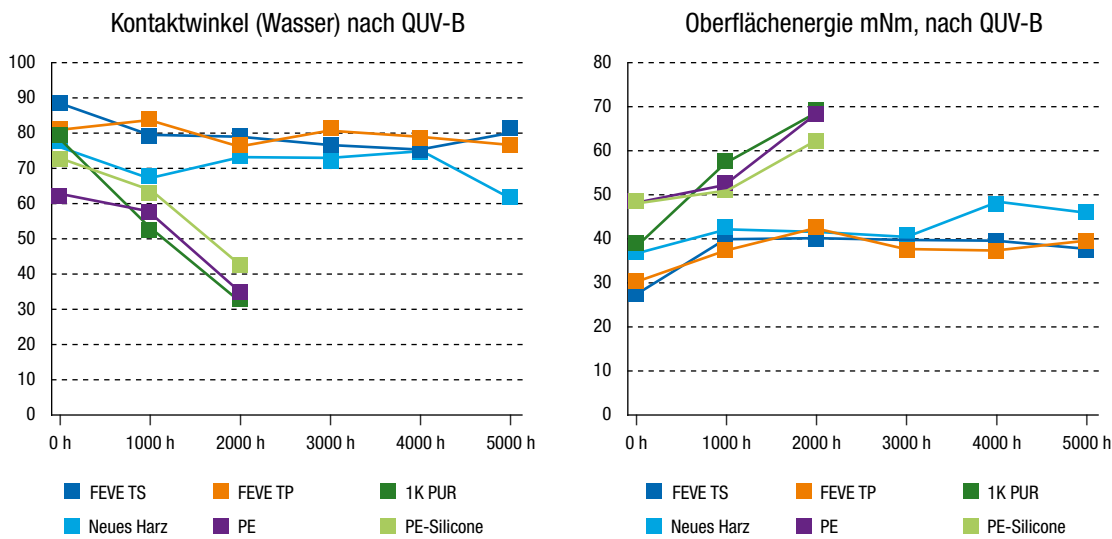


Abb. 6 // WCA (links) und Oberflächenenergie (rechts) in mNm von verschiedenen Bandbeschichtungssystemen, gemessen bei unterschiedlichen QUV-Belichtungszeiten.

während des Versuchs eine Charakterisierung der Beschichtungsoberfläche durchgeführt. Die Kontaktwinkel (Wasser und Diiodomethan) und die Oberflächenenergien der Beschichtungen wurden während des gesamten QUV-Tests, alle 1000 bzw. 2000h gemessen (Abb. 5). Organische Standard-Bandbeschichtungssysteme, einschließlich Polyester-Melamine, Polyester-Silikone und Polyurethane, zeigten nach 1000-2000h Exposition eine deutliche Verringerung des Wasserkontaktwinkels (WCA). Im Durchschnitt sank der WCA um 70-80 % gegenüber dem ursprünglichen Wert (siehe Abb. 6)). Dies zeigte sich auch in einem drastischen Anstieg der Oberflächenenergie, 30-50 % je nach Art der verwendeten Technologie. Im Gegensatz dazu hielt die silylierte Polyurethan-Technologie die WCA-Werte auf einem konstanten Niveau während des gesamten Versuchs. Die Gesamtabweichung vom Ausgangswert betrug nicht mehr als 20 %. Außerdem konnten keine kritischen Schwankungen der Oberflächenenergie der aus dem silylierten PU-Harz hergestellten Polymerfilme beobachtet werden (siehe Abb. 6).

Insgesamt deuten die Ergebnisse der Kontaktwinkelmessung und der Untersuchungen der Oberflächenenergie auf eine gute Korrelation der Grenzflächenenergien mit der Glanzbeständigkeit der Beschichtungsfilme hin. In beiden Fällen haben die Versuchsdaten bestätigt, dass die silylierte PUR-Harztechnologie die Formulierung von Coil-Coating-Systemen ermöglicht, welche der für perfluorierte Polymersysteme typischen Außenbeständigkeit sehr nahekommt.

Kontakt // dmitry.chernyshov@momentive.com

Literatur

1. Richard G. Johns: Silicone-containing Polymers (E-book), 2023, ISBN 9781837672448
2. Dean Kondos, Paula Cousino, Mike Seeber, Vikram Kumar, Antonio Chaves, Martin Wusik, Brendan O'Keefe, Craig Whitehead, Dmitry Chernyshov "An Innovative Moisture Curable Silylated Resin for Protective Coating Applications" European Coating Show Congress Proceedings, April 2019
3. Dmitry Chernyshov "Silylated Resin Systems – New Technology for High-Bake Industrial Protective Coatings" ECJ, 26-29. 09, 2022

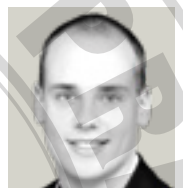
DR. DMITRY CHERNYSHOV

promovierte in Polymerchemie am Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds, wo er an der Synthese und Anwendung anorganischer Polymere und Verbundstoffe arbeitete. Nach Abschluss seiner Promotion und seines Postdoc-Studiums im Jahr 2003 begann er seine berufliche Laufbahn bei DuPont als Chemiker für Automobil- und Reparaturlacke. Im Jahr 2011 wechselte er zu Momentive Performance Materials als Anwendungstechniker für den Geschäftsbereich Silane. In seiner jetzigen Position ist er für die technische Unterstützung und Entwicklung neuer Anwendungen für Silikone und Silane für den CAS-Markt verantwortlich.



DR. PHILIP KENSBOCK

arbeitet bei Momentive Performance Materials in seiner Funktion als Advanced Scientist für den Bereich der Technology Intelligence and Scouting an der Entwicklung von Produkten auf Silikonbasis, die von Silikonverbundstoffen bis hin zu Funktions- und Schutzbeschichtungen reichen. Ein Teil seiner Forschung erfolgt in enger Zusammenarbeit mit externen Partnern aus Wissenschaft und Industrie. Vor der Zeit bei Momentive arbeitete er als Doktorand am DWI - Leibniz-Institut für Interaktive Materialien in Aachen an der Entwicklung einer neuen Klasse von wasserbasierten interaktiven Verbundwerkstoffen (2016-2020).



Mehr zum Thema!



26 Ergebnisse für Bandbeschichtung!
Jetzt testen: www.farbeundlack.de/360

