

UV-Metallics – Wunsch oder Wirklichkeit?

Wie die Formulierung von Metalliceffekten in UV-härtbaren Lacken gelingt

Oliver Kipfmüller

Lösemittelfrei, konventionell oder wässrig: In welchem System lassen sich die Vorteile der UV-Technik mit hochbrillanten Effekten verbinden? Das beste Ergebnis erzielte eine wässrige UV-Rezeptur. Welche Wirkung haben Aluminiumpigmente auf die Beschichtung? Hierbei kommt es auf die Pigmentierungshöhe an.

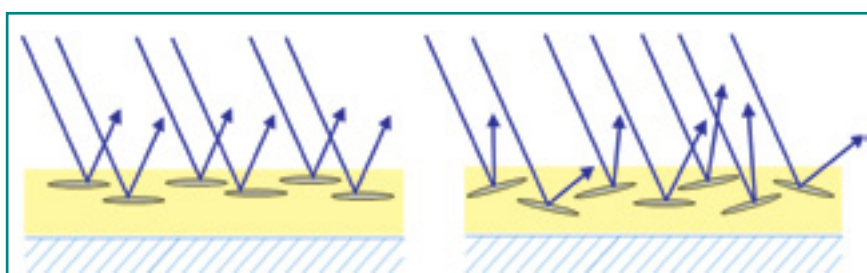


Abb. 1: Schematische Darstellung: Ausrichtung der Aluminiumpigmente im Lack, optimal (links) und ungünstig

Grundsätzlich sind folgende Faktoren nötig, um in Lacken metallische Effekte mit einem idealen Flopverhalten zu erzielen: die richtige Pigmentauswahl und Rezeptur, die Lackherstellung, die Applikation sowie die Trocknung und Härtung.

Für die Pigmentauswahl sind sowohl optische Kriterien wie die Teilchengrößenverteilung oder die Partikelgestalt als auch die Stabilität der Aluminiumpigmente maßgeblich.

Speziell bei UV-Lackierungen ist zu beachten, dass Aluminium katalytisch auf die radikalische Härtingsreaktion wirkt. Die Katalyse führt zu einer Gelierung des Lacks bereits nach kurzer Lagerzeit [1].

In wässrigen UV-Formulierungen muss das Pigment zusätzlich gegen Wasser geschützt werden. Es empfiehlt sich der Einsatz von gekapselten Aluminiumpigmenten, da sie beständiger gegenüber Gasung und Gelierung als additivstabilisierte Typen sind.

Für die Orientierung der Aluminiumpigmente ist neben der Dispergierung insbesondere die Trocknung von Bedeutung. Ein hoher Filmschrumpf und eine schnelle physikalische Antrocknung begünstigen die parallele Ausrichtung der Pigmente.

Bei High-Solid- und 100%-Systemen ist dies nicht gegeben, was sich in einem schlechteren Flopverhalten auswirkt. In UV-Systemen hängt der erzielbare Effekt deshalb wesentlich von der Art der Formulierung ab.

Wässrige, konventionelle oder lösemittelfreie Systeme stellen verschiedene Anforderungen an Aluminiumpigmente und deren Verarbeitung.

Vor- und Nachteile der Ansätze

Welches UV-Lacksystem ist die Idealösung, um die gewünschte Brillanz mit einer hohen Beständigkeit zu vereinen? Diese Frage lässt sich nur eindeutig beantworten, wenn das Ziel klar definiert ist: Die jeweiligen Anforderungen können von rein optischen Anwendungen bis hin zu funktionalen Zwecken reichen, einschließlich sämtlicher denkbarer Kombinationen. Das Folgende zeigt die Vor- und Nachteile der verschiedenen Ansätze.

Lösemittelfrei: moderate Effekte und hohe Wirtschaftlichkeit

Lösemittelfreie Systeme stellen den Idealfall für die Entwicklung UV-härtbarer Metalliclacke dar. Nur bei 100%-Systemen lassen sich die Vorteile der UV-Technik vollständig ausschöpfen. Sie erlauben die Aushärtung sofort nach der Applikation. Dies führt zu einer beachtlichen Einsparung – sowohl beim Platz für Lackieranla-

gen als auch bei der Zeit und Energie für die Trocknung und Härtung.

Beim Wunsch nach glänzenden Metalliceffekten stößt der Lackformulierer jedoch schnell an Grenzen. In 100%-UV-Systemen entfällt der eingangs genannte Schritt der physikalischen Antrocknung. Durch die sekundenschnelle Aushärtung werden die Pigmente in ihrer Position eingefroren und haben nur wenig Spielraum zur idealen Ausrichtung. Dies reduziert das Flopverhalten.

Größere Pigmente haben in der Regel einen ausgeprägteren Hell-Dunkel-Flop und wirken deshalb auch bei etwas schlechterer Ausrichtung noch metallisch, während sehr feine Pigmente ihr Flopverhalten fast gänzlich einbüßen.

In Abb. 1 ist die Pigmentorientierung schematisch dargestellt. Bei optimaler, pa-

► Ergebnisse auf einen Blick

- Beim Vergleich verschiedener Ansätze erzielen momentan wässrige UV- Metalliclacke den besten Kompromiss aus optischen und lacktechnischen Eigenschaften.
- Die Aushärtung aluminiumpigmentierter UV-Lacke ist trotz Reflexion möglich. Die Lackformulierung muss dabei exakt auf das eingesetzte Pigment abgestimmt sein.
- Die Pigmentierungshöhe hat massiven Einfluss auf die Durchhärtung und die Lackeigenschaften. Eine Überpigmentierung ist zu vermeiden.

Kontakt:
Oliver Kipfmüller
Eckart GmbH
Tel: 09152/77-4408
oliver.kipfmuller@altana.com

ralleler Ausrichtung (links) ist die Lichtreflexion gerichtet – ein hoher metallischer Effekt wird erzielt. Im rechten Bild dagegen ist die Reflexion diffus, weshalb kaum metallische Brillanz entstehen kann.

Bei konventionellen und wässrigen Lacksystemen richten sich die Aluminiumpigmente zum großen Teil durch die Verdunstung der jeweiligen Lösemittel und den damit verbundenen Filmschrumpf parallel zum Untergrund aus. Dieser Vorgang entfällt bei einem lösemittelfreien System. Durch den zwingend notwendigen Einsatz von Rheologieadditiven kann der durch die Verdunstung entstehende Viskositätsanstieg teilweise ausgeglichen werden. Ziel ist ein möglichst rascher Viskositätsanstieg nach der Applikation.

Als Pigmente empfehlen sich beschichtete Aluminiumpulver, um keine Lösemittel über eine Paste einzubringen. Die Bindemittel für diese Art von Systemen zeichnen sich durch eine niedrige Viskosität aus. Dennoch sind teilweise bis zu 50 % an Reaktivverdünnern nötig, um die Verarbeitung zu ermöglichen [2].

Für Anwendungen, bei denen höchste optische Eigenschaften gewünscht sind, bietet sich die Verwendung von 100 % Metallics derzeit nicht an. Diese Systeme sind dann eine ökonomische Lösung, wenn moderate Metalleffekte ausreichen oder bestimmte mechanische und chemische Beständigkeiten im Vordergrund stehen.

Konventionell: VOC-Gehalt bestimmt Brillanz

Konventionelle UV-Systeme haben den Vorteil, dass bei der Bindemittelauswahl nicht die Viskosität der Oligomere die entscheidende Rolle spielt, sondern das Eigenschaftsprofil. Die Verarbeitungviskosität kann durch organische Lösemittel besser eingestellt werden. Da die Lösemittel nicht in den Film eingebaut werden, beeinflussen sie im Gegensatz zu Reaktivverdünnern dessen Eigenschaften nicht.

Zerstäubung und Verlauf verbessern sich, Lösemittelverdunstung und Filmschrumpf begünstigen die parallele Ausrichtung der Pigmente. Während der Applikation und Trocknung führt dies zu einem optimierten Viskositätsprofil, physikalischer Antrocknung und letztlich zu brillanteren Eigenschaften im gehärteten Lackfilm.

Die metallische Brillanz verhält sich dabei proportional zur Menge an organi-

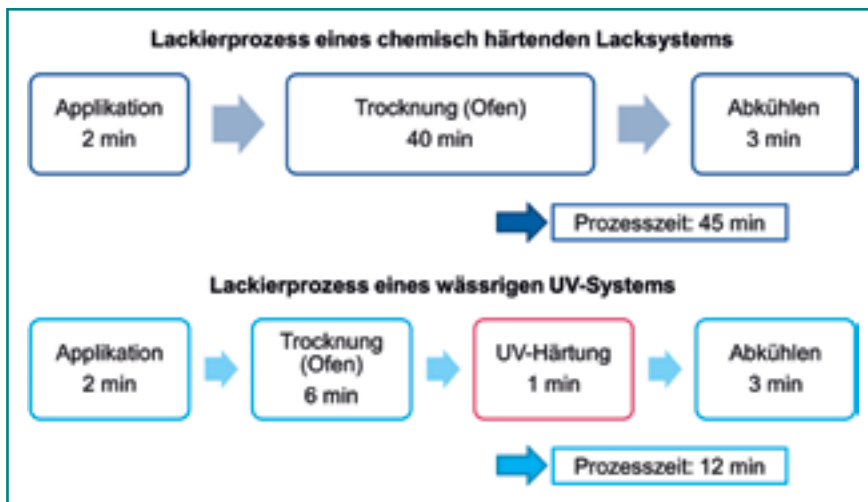


Abb. 2: Vergleich wässriger UV-Lack mit konventionellem, chemisch härtendem Lack

schen Lösemitteln. Von High Solid über Medium Solid bis hin zu Low Solid nimmt der VOC-Gehalt im gleichen Maße zu, wie sich der Metalleffekt verbessert.

Lacktechnisch bietet der Ansatz „Lösemittel und UV“ eine interessante Möglichkeit, um brillante und beständige Lacke herzustellen. Die ökonomischen und ökologischen Vorteile der UV-Lackierung gehen dabei jedoch größtenteils verloren, da vor der Aushärtung das Lösemittel durch Trocknung im Ofen entfernt werden muss und die dabei entstehenden VOC-Emissionen sehr hoch sind. Zumindest in Europa sind konventionelle UV-Lacke allenfalls als Übergangslösung zu betrachten und nicht als zukunftssträchtige Alternative, insbesondere bei Neuentwicklungen.

Wässrig: Brillant mit Zwischenschritt

Die wässrige UV-Technologie stellt eine viel versprechende Lösung dar, um die Vorzüge der UV-Technik bestmöglich zu nutzen und gleichzeitig brillante Effekte zu erzielen. Der einzige Nachteil ist, dass dem Härtingsprozess noch ein Trockenschritt vorgeschaltet werden muss. Er ist nötig, um Wasser und Co-Löser aus der Lackierung zu entfernen, was einen erheblichen Einfluss auf die fertige Beschichtung hat. Eine zeitliche Ersparnis ergibt sich trotzdem, denn im Vergleich zu anderen chemisch härtenden Lacken nimmt diese Vortrocknung nur einen Bruchteil der Prozesszeit in Anspruch (Abb. 2).

Wässrige UV-Systeme sind frei von Monomeren und garantieren durch hochmolekulare Dispersionen in Kombination mit radikalischer Vernetzung hohe Beständigkeiten [3]. Die Formulierung orientiert sich stark an bekannten wässrigen Metallic-Formulierungen. Es können zur Optimierung des Effekts weitestgehend dieselben Stellschrauben verwendet werden wie bei anderen wässrigen Metalllacken, so z. B. Dispergieradditive, Verdicker oder Wachsdispersionen.

Aufgrund der hohen Beständigkeiten durch die Vernetzung kann in manchen Fällen sogar auf eine zusätzliche Klarlack-schicht verzichtet werden.

Testsieger: Wasser und UV

Die Kombination Wasser und UV ist die aktuell beste Lösung, um einerseits metallische Brillanz und andererseits hohe chemische Beständigkeiten zu erreichen, besonders im Bereich der Einschichtlackierung.

Aufgrund dieser Erkenntnis wurden weitreichende Testserien in einer wässrigen Formulierung auf Basis einer UV-netzbaaren Polyurethandispersion durchgeführt. Sie sollten bewerten, welchen Einfluss verschiedene Arten von Effektpigmenten auf die Eigenschaften der Beschichtung ausüben.

Methoden und Materialien

Für die Untersuchungen wurden beschichtete Silverdollar-Pigmente mit einem mittlerem Teilchendurchmesser von 10, 15 und 20 µm verwendet (Tab. 1). Die Teilchengrößenverteilung ist dabei annähernd gleich. Die Pigmentierungshöhe wurde von einem Prozent (Pigment fest) auf fünf Prozent schrittweise erhöht.

Von allen gefertigten Lackierungen wurde der Umsatz der Doppelbindungen mit FTIR-Spektroskopie ermittelt und der

► Tab. 1: Verwendete Pigmente mit mittleren Teilchengrößen

Pigment	D10	D50	D90
Silverdollar 10 µm	5	10	10
Silverdollar 15 µm	7	15	26
Silverdollar 20 µm	10	20	32

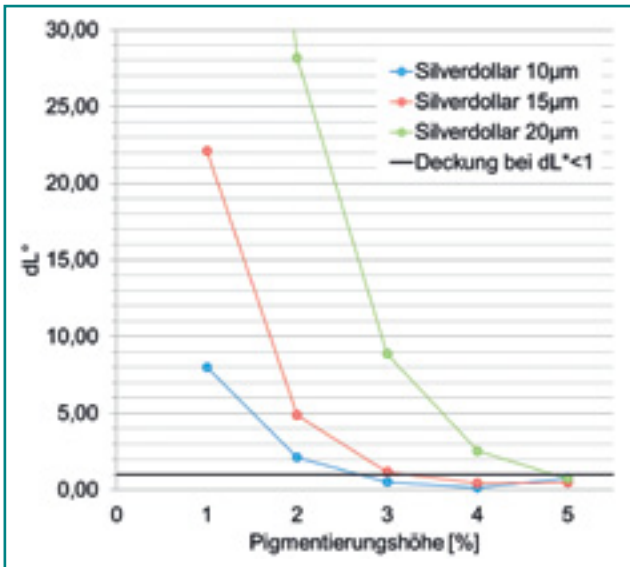


Abb. 3: Entwicklung der Deckung mit steigender Pigmentierungshöhe

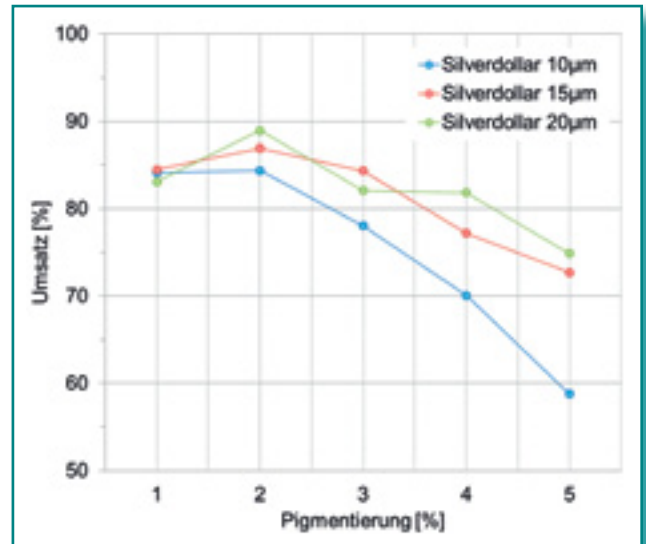


Abb. 4: Doppelbindungsumsatz an der Lackunterseite (in Prozent)

Deckungsgrad bestimmt. Weitere Prüfungen beurteilen die Härte und Haftung.

Deckvermögen und Aushärtung – ein Widerspruch?

Der optische Eindruck einer Metalllackierung entsteht durch Lichtreflexion und Streuung der Aluminiumpigmente. Je höher dabei der Anteil des reflektierten Lichts, desto brillanter und ansprechender erscheint die Lackierung.

Bei einer deckenden Lackierung fällt kein Licht mehr vom Untergrund ins Auge des Betrachters, sondern das Licht wird vorher von den Pigmenten reflektiert oder gestreut. Messbar ist dies durch die Bestimmung der Farbwerte auf schwarzem und weißem Untergrund. Liegt eine Farbdifferenz kleiner eins vor, spricht man von

einer deckenden Lackierung [4]. Je feiner das Pigment ist, desto eher wird dieser Wert erreicht (Abb. 3).

Für die Herstellung von UV-Metalliclacken ist es notwendig, dass die hochenergetische UV-Strahlung möglichst tief in die Lackschicht eindringt, um die Polymerisationsreaktion zu starten. Dies steht im Widerspruch zur gewünschten Lichtreflexion der Pigmente. Um zu beurteilen, ob der vollständige Umsatz der reaktiven Doppelbindungen auch bei deckenden Lackschichten noch gewährleistet ist, wurde deren Gehalt durch FTIR-Spektroskopie bestimmt. Anhand von Messungen an der Lackober- und Lackunterseite kann so der prozentuale Umsatz bestimmt werden.

An der Lackoberfläche ist kein Einfluss zu erkennen – weder durch die Teilchengröße noch durch die Pigmentierungshöhe.

An der Unterseite der Lackierung hingegen wird deutlich, dass der Umsatz mit steigender Pigmentierungshöhe abnimmt (Abb. 4). Dies ist eine logische Folge der steigenden Reflexion bzw. Streuung der einfallenden Strahlung.

Die zunehmend schlechtere Aushärtung führt zu einem Gradienten bezüglich Vernetzung und somit auch Härte innerhalb der Lackschicht. Dieser Unterschied wirkt sich negativ auf die Eigenschaften der Beschichtung aus.

Zur Beurteilung wurden u. a. Pendelhärte- und Gitterschnittprüfungen durchgeführt. In der Lackindustrie sind dies Standardprüfungen für die Aushärtung.

Bei der Pendelhärteprüfung ist eine Abnahme der Härte mit steigender Pigmentierung zu beobachten. Auffällig ist, dass

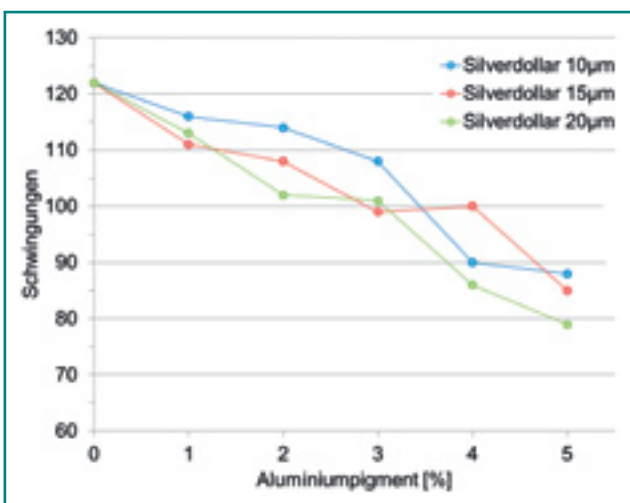


Abb. 5: Ergebnisse der Pendelhärteprüfung nach König

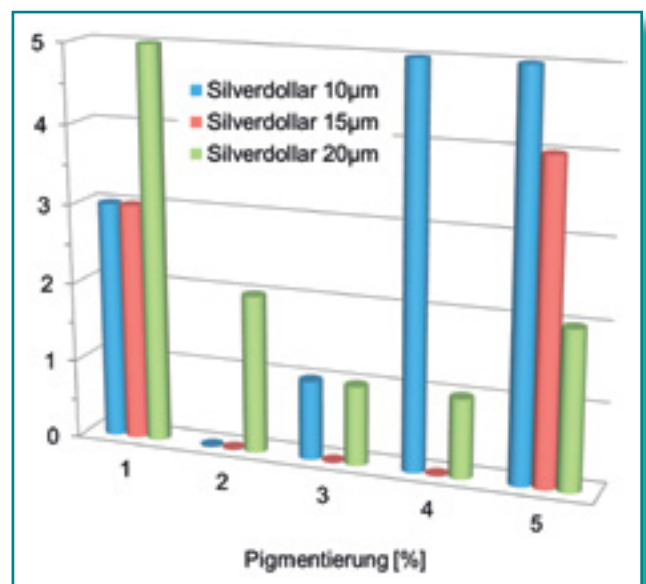


Abb. 6: Ergebnisse der Gitterschnittprüfungen

sich die unterschiedlich starke Abnahme der Vernetzung zwischen den Versuchsreihen, wie in Abb. 5 zu sehen, hier nicht wiederfinden lässt. Vielmehr haben die Aluminiumpigmente mit zunehmender Pigmentierungshöhe negativen Einfluss auf die Härte des Lackfilms, unabhängig von der Teilchengröße.

Die Pendelhärte hängt offensichtlich stärker vom Aluminiumgehalt als vom Grad der Vernetzung ab und eignet sich daher in diesem Fall nicht zur Beurteilung der chemischen Vernetzung.

Die Werte der Haftungsprüfung zeigen ein ähnliches Bild. Auch hier sind die Zusammenhänge wesentlich komplexer und lassen keinen eindeutigen Rückschluss auf den durch die FTIR-Spektroskopie bestimmten Grad der Aushärtung zu (Abb. 6). Bei niedriger Pigmentierung neigt der Lack zur Versprödung und verminderter Haftung, da sich ein sehr engmaschiges Netzwerk bilden kann. Mit zunehmendem Pigmentgehalt verringert sich die Vernetzungsdichte. Die Abnahme ist am

Umsatz der Doppelbindungen allerdings nicht erkennbar. Zuerst verbessert dies die Haftungsprüfung, bei Erreichen der Deckungsgrenze verschlechtern sich die Werte wieder. Diese erneute Abwärtsentwicklung lässt sich auch wieder an der Doppelbindungsichte erkennen.

Formulierungsempfehlungen

Für deckende UV-Metalliclackierungen muss die Rezeptur genau auf das Aluminiumpigment angepasst werden. Eine Überpigmentierung hat ungünstigere Beschichtungsmerkmale zur Folge. Für ideale Lackeigenschaften wird bei der Pigmentierung genau an der Grenze zur Deckung gearbeitet. Diese Grenze sollte für jede Type durch Reihenversuche ermittelt werden.

Vorliegende Untersuchungen betrachten Pigmente mit ähnlicher Teilchengrößenverteilung, deshalb kann hier der D50-Wert verglichen werden. Generell sollte die Teilchengrößenverteilung zur Beurteilung des Pigments herangezogen werden.

Bei der Auswahl des Bindemittels empfehlen sich bei hohen optischen Ansprüchen wässrige Systeme. Diese können mit relativ niedrigem Festkörper formuliert werden und sorgen dadurch für eine bessere Orientierung.

Lösemittelfreie UV-Metallics sind möglich, enthalten aber bei Spritzapplikation einen erheblichen Anteil an Monomeren und erzielen mangels Filmschrumpf nur moderate Effekte. ◀

► Literaturverzeichnis

- [1] *Wissling, P.*: Metalleffekt-Pigmente, 2005, Vincentz Network.
- [2] *Garret, P. G.*: Strahlenhärtung, 1996, Vincentz-Verlag.
- [3] *Lippenmeier, J.; Weikard, J.*: Wässrige UV-Technologie: effizient, vielseitig, umweltfreundlich und zukunftsweisend, 2007, VILF-Tagung.
- [4] *Meichsner, G.; Metzger, T.; Schröder, J.*: Lackeigenschaften messen und steuern, 2003, Vincentz Network.



• Oliver Kipfmüller,

Eckart GmbH, Jahrgang 1982, studierte nach einer Lacklaborantenausbildung Chemieingenieurwesen für Farbe und Lack in Esslingen. Seit dem Jahr 2011 ist er in der Anwendungstechnik für Automotive Coatings bei Eckart tätig und beschäftigt sich u. a. mit der UV-Härtung von Metalllacken.



Jetzt auch in Deutschland und Österreich.

Make a SPLASH with our Products!

European Coatings Show 2013: Stand 4-654

Für die Schweiz: Tel. + 41 (0)43 499 25 00
Für Deutschland & Österreich: Tel. + 49 (0)170 922 87 52
Per E-mail: info@impag.ch | www.impag.ch