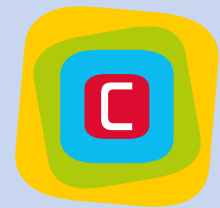


FARBE UND LACK

03.2017 // 123. Jahrgang // www.farbeundlack.de



ECS 2017



ALLE WICHTIGEN INFORMATIONEN
ZUM BRANCHEN-HIGHLIGHT

Wässrige Farben

NEUTRALISIERUNGSMITTEL
UND IHRE WIRKUNG

Nachwachsensend

BIOBASIERTE POLYMERE UNTER DER LUPE



Termin vormerken!
FARBEUNDLACK // LIVE

Thema: Pigmente

8. März 2017,
11:00 Uhr

www.farbeundlack.de/live



Fokusthema European Coatings Show // Ausstellerliste, Konferenzprogramm, Hallenplan, alle Termine auf einen Blick und viel mehr – ab Seite 16 finden Sie alles, was sie über Messe und Konferenz wissen müssen.



Nachwachsende Rohstoffe //
Aus der Natur in den Farbeimer.
Simon Austin,
Esra Bay und
Peter Müller, Sythomer.



Lack & Leben //
Monika Wehling,
Forschungs- und
Entwicklungsleiterin,
Dracholin.



Pigmente //
Im Untergrund steckt der Einfluss.
Werner Rudolf Cramer,
freier Berater.



130

Neue Trocknergeneration //

Ahoi, BIT in Sicht!, Frank Beltz und Lukas Enger, Alberdingk Boley.



144

Gesetze und Regularien //

Explosionsschutz-Anforderungen in neuem Lack. Michael Beyer, Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB).

In diesem Heft:

MARKT & BRANCHE

- 6 Interview: „Innovationstreiber sind wässrige Beschichtungen“ - Anne P. Noonan, Omnova Solutions
- 8 Marktbewegungen: Altana, Akzo Nobel, Axelis, BASF, DuPont, Evonik, Huntsman, Overlack, Sika
- 10 Produktionsstatistik 3. Quartal
- 12 Marktübersicht: Titandioxid

FOKUSTHEMA EUROPEAN COATINGS SHOW

- 16 Alles über Messe und Konferenz

TECHNIK

- 84 Pigmente: Im Untergrund steckt der Einfluss
- 90 Neutralisierungsmittel: Süße Nachhaltigkeit
- 96 Pulverlack: Hochkonzentriert hilft
- 100 Aus der Natur in den Farbeimer

VERBÄNDE

- 106 Neues aus VILF und VdL

KÖPFE & KARRIEREN

- 108 Personalia
- 114 Lack & Leben // Monika Wehling, Dracholin
- 116 Junge Karriere // Claudine Schlemmer, Covestro

STELLENMARKT

- 118 Arbeitsmarkt für Einsteiger und Profis

TECHNIK

- 122 Ein Bild sagt mehr als tausend Worte
- 128 Neues aus der Forschung
- 130 Ahoi, BIT in Sicht

VERANSTALTUNGSKALENDER

- 136 Messen, Konferenzen, Seminare

KONTAKT

- 137 Impressum und Verlagsvertretungen

BEZUGSQUELLEN

- 138 Alle wichtigen Lieferanten auf einen Blick
- 143 Inserentenverzeichnis

MITTELSTAND KONKRET

- 144 Gesetze und Regularien // Explosionsschutz
- 146 Mittelstand Konkret // Responsible Care

BITTE BEACHTEN SIE!

In dieser Ausgabe finden Sie eine Beilage der folgenden Firma: NETZSCH Feinmahltechnik GmbH, Selb

Im Untergrund steckt der Einfluss



**FARBEINDRÜCKE // UNTERGRÜNDE UND LICHTSTRALHUNG
BESTIMMEN, WIE EIN MENSCH EINE FARBE WAHRNIMMT.
DAMIT LÄSST SICH FARBERSCHEINUNG EINE LACKS DURCH
FÜLLERLACKE BEEINFLUSSEN.**

Werner Rudolf Cramer, Freier Berater

Farben sind Empfindungen, die im Gehirn entstehen. Reale optische Reize ergeben zusammen mit virtuellen Bildern eine Farbinformation, die wir mit Objekten verbinden. Die virtuellen Bilder bestehen aus Vorstellungen, die wir von Farben haben und mit ihnen verbinden. Letztlich führen diese Vorgänge zu der eigentlichen Wahrnehmung. Ausgelöst wird diese durch physikalische Lichtstrahlen, die auf die Netzhaut des Auges treffen und dort einen optischen Reiz auslösen.

Es ist also die Übersetzung der physikalischen Lichtstrahlen in physiologische Farbeempfindungen, die durch psychologische Aspekte beeinflusst werden. Alles, was vor dem Auge passiert, hat mit der eigentlichen Farbeempfindung nichts zu tun. Das betrifft beispielsweise auch das Mischen von Farben, wobei nicht nur das direkte Mischen gemeint ist, sondern auch das indirekte Mischen von Farbschichten: Farben im Lack entstehen in der Regel durch Pigmente, die nicht einfach nur Rot oder Blau sind, sondern deren optische Eigenschaften ein Rot ergeben, das durch Aufhellen mit Weiß durchaus ins Violette abdriften kann oder das Blau zum intensiven Blau erstrahlen lässt.

Pigmente in unterschiedlichen Lackschichten führen ebenfalls zu Farbmischungen. Ein Beispiel hierfür ist farbiger oder grauer Füller im automobilen Bereich. Die Füllerfarbe soll hierbei die Transparenz des darüber liegenden Basislacks ausgleichen, d.h. der nicht ganz blickdichte Basislack wird durch den darunter liegenden Füller farblich aufgepeppt. Unsere Augen können ebenso wenig die einzelnen Komponenten – Lackschichten und Pigmente – auseinanderhalten wie Farbmessinstrumente. Immer erscheint der Gesamteindruck.

Die Motorhaube in *Abb. 1* ist zunächst in Weiß (Uni) lackiert worden, danach wurden die Flächen in Schwarz (Uni) lackiert. Von unten nach oben wurden die Streifen mit unterschiedlichen Interferenzfarben lackiert. Je nach Blickwinkel erkennt man die Reflexions- oder die Transmissionsfarben über weißem Untergrund. Über schwarzem Untergrund sind nur die Reflexionsfarben sichtbar. Die entsprechenden Transmissionsfarben werden vom schwarzen Untergrund absorbiert. An zwei unterschiedlichen Versuchsreihen sollen die verschiedenen Aspekte aufgezeigt werden. Zum einen handelt es sich um ein einzelnes Interferenzpigment und zum anderen um eine reale Serienfarbe.

Interferenzpigmente

Viele Interferenzpigmente sind transparent und zeigen zwei Farben oder Farbeffekte. Sie bestehen aus einem Trägermaterial, das

mit einer starkbrechenden Schicht eines Metalloxids – beispielsweise Titandioxid – ummantelt ist. An der Oberfläche des Pigments wird ein Teil des einfallenden Lichts reflektiert, ebenso an der Grenzschicht zum Trägermaterial. Beide Lichtanteile interferieren miteinander und es entstehen typische Reflexionsfarben. Diese sind insbesondere abhängig von der Schichtdicke des Metalloxids und dem Winkel des einfallenden Lichts.

Auf der Rückseite des Pigments finden ähnliche Prozesse statt; allerdings ist die resultierende Transmissionsfarbe aufgrund des fehlenden Phasensprungs komplementär zur Reflexionsfarbe: Ein Perlgrün reflektiert stark im grünen Spektralbereich. In der Durchsicht erscheint die entsprechende Komplementärfarbe im roten Spektralbereich.

Transparenz führt zu starker Abhängigkeit des Gesamteindrucks

Die Transparenz derartiger Interferenzpigmente führt zu einer starken Abhängigkeit des Gesamteindrucks von der Untergrundfarbe. Setzt man ein transparentes Interferenzpigment in einem Basislack-System an und appliziert dieses auf einem schwarzen und einem weißen Grundlack oder Füller, so zeigen die Ergebnisse die beiden Extreme: Der schwarze Untergrund absorbiert nahezu alle Lichtstrahlen, die auf ihn treffen, und der weiße reflektiert nahezu alle. Der weiße Untergrund reflektiert auch die komplementäre Transmissionsfarbe des Interferenzpigments. Bei der visuellen Abmusterung stellt sich das Gleiche dar wie bei der instrumentellen Messung: Nahe am Glanz erkennt man die Reflexionsfarbe; im Bereich zwischen 20° und 30° vom Glanzwinkel gibt es einen Übergangsbereich, in dem der Wechsel zur komplementären Transmissionsfarbe stattfindet. Dieser Wechsel lässt sich darstellen, wenn man die entsprechenden Farbwerte gegen die Messgeometrien aufträgt: Bei einem grünen Interferenzpigment wird der Wechsel zwischen der grünen Reflexions- und der roten Transmissionsfarbe deutlich, wenn man die Farb-

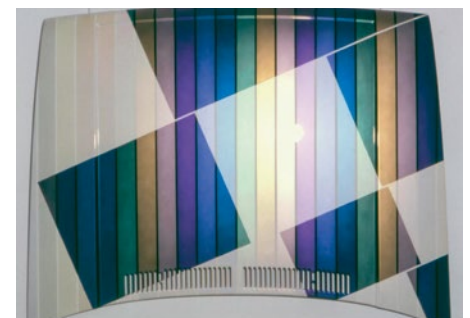


Abb. 1 // Eine lackierte Motorhaube zeigt über weißem Untergrund je nach Blickwinkel die Reflexions- oder die Transmissionsfarben. Über schwarzem Untergrund sind nur die Reflexionsfarben sichtbar.

Ergebnisse auf einen Blick

- Die Farberscheinung transparenter Pigmente ist abhängig von der Untergrundfarbe.
- Ein Untergrund reflektiert nie mehr als die Lichtstrahlen, die auf ihn treffen.
- Es kann nur das reflektiert werden, was nicht absorbiert wird.
- Ein grüner Füller reflektiert im roten Spektralbereich wenig, beeinflusst die Farbe eines roten Basislacks also kaum.
- Rote oder rotviolette Füllerfarben beeinflussen den roten Basislack stärker und verschieben den Gesamteindruck.

werte a^* auswählt (*Abb. 2*). Der Wechsel des „Kuncai Stellar Green“ von Grün nach Rot ist über weißem Untergrund erkennbar, wenn man sich vom Glanzwinkel entfernt.

Reflexion und Transmission

Die Reflexion über schwarzem Untergrund ist niedriger die als über weißem. Beim grünen Interferenzpigment wird die rote Transmissionsfarbe vom weißen Untergrund reflektiert werden. Da das einfallende Licht in Reflexion und Transmission geteilt wird, ergeben beide Teile zusammen wieder Weiß. Während das Chroma über weißem Untergrund mit steigendem Differenzwinkel (aspecular) zunächst sinkt und nach dem Übergangsbereich wieder steigt, wird es über Schwarz kontinuierlich geringer. Ein ähnliches Ergebnis lässt sich auch für die Helligkeit ausmachen: Sie ist über weißem Untergrund höher als über

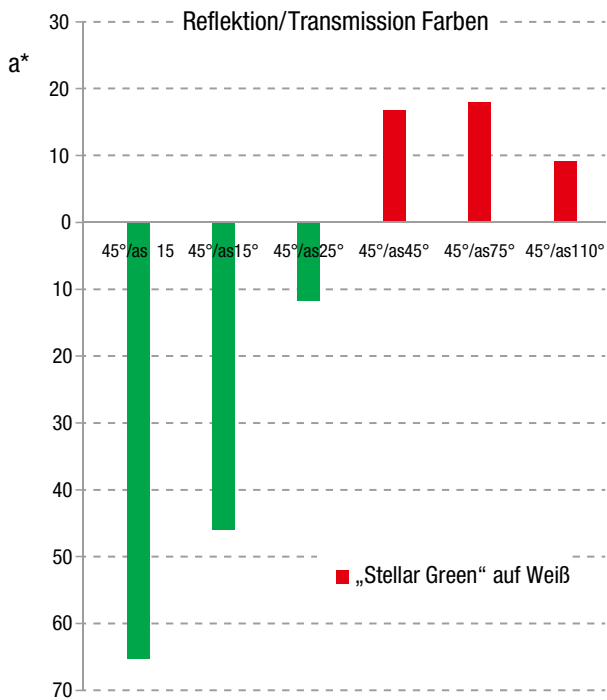


Abb. 2 // Zwischen 20° und 30° vom Glanzwinkel liegt der Übergangsbereich, in dem bei Interferenzpigmenten die Reflexions- zur Transmissionsfarbe wechselt.

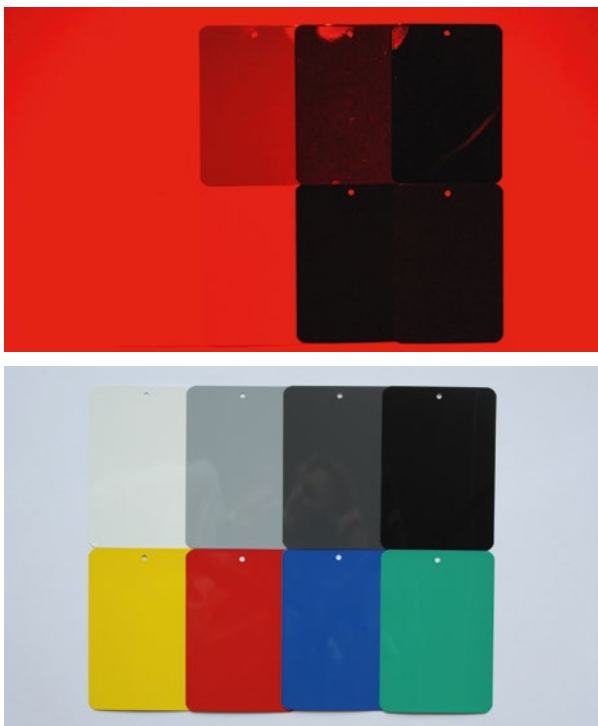


Abb. 3 // Die Reflexionen sind über weißem Untergrund höher als über schwarzem Untergrund. In beiden Fällen verschieben sich Reflexionen zum Kürzerwelligen, wenn flacher eingestrahlt wird (hier von 15°/as15° zu 45°/as-15°).

schwarzem. Auch sie nimmt mit größerem Differenzwinkel zunächst ab, um dann wieder zu steigen. Über schwarzem Untergrund sinkt sie kontinuierlich (Abb. 3). In Zusammenhang mit den Messungen – diese wurden mit den Geräten X-Rite „MA98“ und „Byk-mac I“ durchgeführt – muss unbedingt bedacht werden, dass die Messwinkel nicht gleichabständig sind. Die Differenz zwischen den Messpositionen steigt in ungleichmäßigen Schritten; insofern beziehen sich die Aussagen grundsätzlich auf diese Messgeometrien. Interferenzpigmente lassen sich mit beiden Geräten nur bedingt messen. Die Interferenz eines Pigments oder eines Lacks zeigt sich bei Änderung des Einfallswinkels des Lichts. Es gibt nur eine Beleuchtungsgeometrie beim „Byk-mac“ und zwei beim „MA98“. Durch einen Kniff lässt sich teilweise die Interferenz darstellen; hierbei muss aber beachtet werden, dass die Ergebnisse stark von der Art der Applikation abhängen.

Die Versuche zeigen die Abhängigkeit transparenter Pigmente von der Untergrundfarbe. Weiß und Schwarz stellen die beiden Extreme dar. Dazwischen liegen Grauabstufungen oder farbige Untergründe. Sowohl bei der automobilen OEM- als auch bei der Reparaturlackierung (Refinish) werden beide Möglichkeiten angewendet. Die Frage nach der besseren Methode – ob mit oder ohne Farbe – erreicht oft philosophische Ausmaße, obwohl die Sachlage eindeutig ist: Der Gesamtfarbeindruck entscheidet über das Ergebnis, sowohl bei der visuellen Beurteilung als auch bei der instrumentellen Messung.

Der Gesamtfarbeindruck setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen. Zunächst wird ein großer Teil des einfallenden Lichts vom Basislack reflektiert. Diese Reflexion kann sich zusammensetzen aus Reflexionen an spiegelnden Aluminiumpigmenten und Reflexionen an und in Interferenzpigmenten. Absorbierende Buntpigmente streuen das einfallende Licht – auch das reflektierte von den genannten Pigmentarten – in alle Richtungen. Die Vorgänge sind im Basislack sehr komplex, da hier verschiedene Pigmentarten und deren unterschiedliche optische Eigenschaften zusammenkommen. Je nach Transparenz des Basislacks durchdringt der restliche Anteil des einfallenden Lichts diesen Basislack und tritt auf der Unterseite aus. Auch dieser Anteil des Lichts unterliegt komplexen optischen Vorgängen im Basislack, der danach auf den Untergrund trifft.

Der transparente Basislack agiert wie eine transparente Farbfolie, auf die weißes Licht scheint. Ein Teil des Lichts wird reflektiert, ein anderer Teil wird absorbiert und ein weiterer Teil verlässt die Folie auf der Rückseite. Dieser Teil trifft dann auf den Untergrund. Und hierbei wird er je nach Farbe unterschiedlich behandelt. Ein roter Untergrund erscheint schwarz, wenn er mit grünem Licht bestrahlt wird, und umgekehrt. Die möglichen Auswirkungen eines transparenten Basislacks auf einem farbigen oder grauen Füller zeigt eine Testserie mit der Serienfarbe „Lucifer Red“ von Peugeot.

Der Versuchsaufbau

Angesetzt wurden Materialien von PPG Refinish: Die Serienfarbe „Lucifer Red“ wurde nach Lackformulierung ausgemischt. Die Füllerfarben wurden mit Mischlacken simuliert, und zwar einem grünen, einem roten und einem rotvioletten Mischlack. Alle Mischlacke wurden nach Herstellerangaben auf Musterbleche pneumatisch appliziert. Alle Mischlacke wurden mit weißem Mischlack im Verhältnis 80:20, 60:40, 40:60 und 20:80 angesetzt und entsprechend appliziert.

In einer zweiten Serie wurden Grautöne nach Rezeptur erstellt, wie sie von PPG Refinish als Grauabstufungen von SG01 bis SG06 (Spectral Grey) vorgegeben werden. Über alle lackierten Musterbleche wurde dann „“ als Basislack pneumatisch in zwei Spritzgängen appliziert. Als Referenz diente ein Musterblech, das so lange mit Basislack gespritzt wurde, bis keine Transparenz mehr zu erkennen war (SW-Monitor). Alle Musterbleche wurden anschließend mit einem HS-Klarlack (High Solid) versiegelt. Die Musterbleche wurden farbmetrisch vermessen. Beide Geräte messen jeweils bei -60°, -30°, -20°, 0°, +30°

und +65° in absoluten Werten. Diese Geometrien entsprechen -15°, 15°, 25°, 45°, 75° und 110° vom Glanzwinkel bei einer Beleuchtung unter 45°. Ausgewertet wurden sowohl die Reflexions- als auch die a*b*-Farbwerte jeweils gegenübergestellt den Werten des Referenzmusters. Die Geometrien wurden bei der Darstellung der a*b*-Farbwerte genutzt. Der Fokus bei Auswertung der Reflexionswerte lag auf der glanznahen as15°(aspecular 15°)- und der glanzfernen as45°(aspecular 45°)-Geometrie. Diese Geometrien setzen sich aus der Beleuchtung bei 45° und der Beobachtung oder Messung bei -30° bzw. 0° zusammen.

„Lucifer Red“ ist eine typische OEM-Farbe, die je nach Lackformulierung ein oder mehrere Interferenzpigmente enthält. Diese sorgen dafür, dass sich die Farbe zum Gelblichen verschiebt, wenn man sie nahe am Glanz flacher betrachtet. Dieses lässt sich sowohl an den Reflexionskurven als auch an den a*b*-Werten ablesen. Da die beiden Messgeräte keine flache Beleuchtung besitzen, kann ersatzweise die Geometrie 45°/as-15° genutzt werden. Sie entspricht in Umkehr des Strahlengangs der Geometrie 60°/as+15°. Es muss aber erwähnt werden, dass diese Methode abhängig von der Applikation ist: Aufgezogener Basislack zeigt Unterschiede zum aufgespritzten Basislack. Solange in gleicher Art und Weise appliziert wird, ist die Methode auf jeden Fall statthaft.

Die Auswertung

Bei der Auswertung der Ergebnisse sollten einige – eigentlich banale – Fakten beachtet werden: Erstens wirkt der rote Basislack auf einfallendes Licht ähnlich wie eine rote Folie, die rotes Licht durchlässt. Abb. 4 zeigt auf Musterblechen die vier Abstufungen von Weiß bis Schwarz sowie die Buntfarben, wenn mit weißem Licht bestrahlt wird. Strahlt man die gleichen Musterbleche mit rotem Licht an, so ändern sich Gelb und Rot zu Weiß bzw. Hellgrau. Grün und Blau reflektieren kein rotes Licht, weswegen sie schwarz erscheinen. Ein roter Basislack zeigt ähnliche optische Reaktionen über farbigen Untergründen. Zweitens können vom Untergrund maximal nur die Lichtstrahlen reflektiert werden, die auf ihn treffen. Das Maximum liegt also bei einem weißen Untergrund, das Minimum bei einem schwarzen Untergrund. Theoretisch absorbieren graue Farben über dem gesamten Spektralbereich gleichmäßig. Praktisch zeigen schwarze Pigmente (Carbon Black) aufgrund von Steuereffekten Farberscheinungen: Ein feinteiliger Ruß ist blautichiger als ein grobteiliger. Insofern wird das rote Licht des „Lucifer Red“ nicht gleichmäßig reflektiert. Das beste Ergebnis – im Sinn der Übereinstimmung mit den Reflexionskurven – liefert das Dunkelgrau, wenn man das Muster nahe am Glanz (45°/as15°) betrachtet und misst (Abb. 5). Die helleren und dunkleren Graufarben ergeben deutliche Abweichungen von der Reflexionskurve der Referenz. Die Auswertung der a*b*-Farbwerte zeigt außerdem das Wegdriften der Farbwerte bei größeren Differenzwinkeln vom Glanz (Abb. 6). Auch bei einem farbigen Untergrund gilt: Es kann nur das reflektiert werden, was nicht absorbiert wird. Eine grüne Untergrundfarbe reflektiert im grünen Spektralbereich, während sie die Lichtstrahlen im roten Bereich absorbiert. Vergleicht man die Reflexionskurven der grünen Versuchsfarben mit denen der Referenzfarbe, so wird deutlich, dass im roten Bereich wenig reflektiert wird. Die a*b*-Farbwerte der Muster über grünem Untergrund zeigen gute Übereinstimmungen mit den Farbwerten der Referenz bei allen gemessenen Geometrien. Die Reflexionkurven der Grünmuster reflektieren wenig im roten Spektralbereich. Und sie unterscheiden sich kaum von den Reflexionskurven des Referenzmusters, wenn der Basislack auf sie appliziert wird. Im Gegensatz dazu ergeben sich große Abweichungen, wenn der Basislack über Rot und den Abmischungen mit Weiß gespritzt wird. Das gilt insbesondere für glanzferne Geometrien. Hier zeigt sich, dass unterschiedliche Reflexionsparameter den Gesamtfarbeindruck entscheidend beeinflussen: Wenn also das Rot des Untergrunds vom Rot

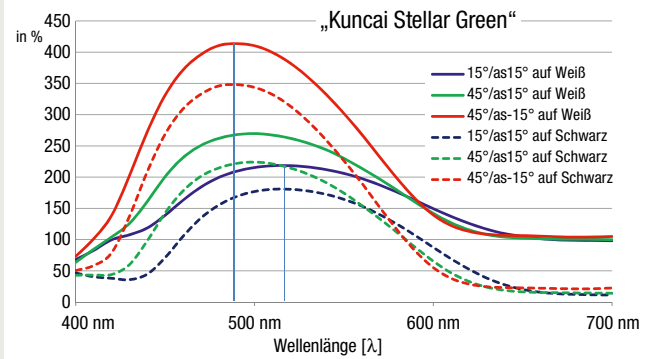


Abb. 4 // Musterbleche erscheinen unterschiedlich, je nachdem, ob sie mit weißem oder rotem Licht bestrahlt werden.

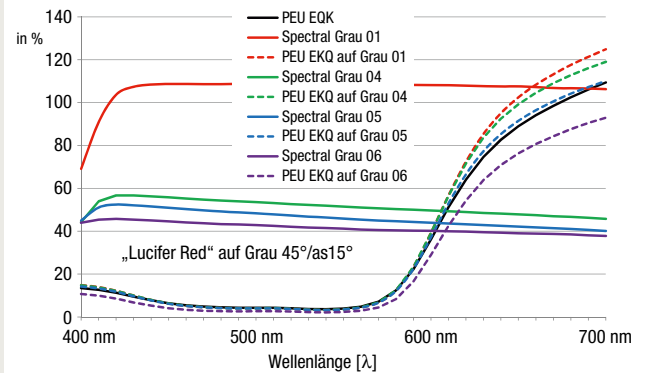


Abb. 5 // Reflexionskurven der Graustufungen und der entsprechenden Kurven der Aufspritzungen des „Lucifer Reds“ auf diesen Abstufungen.

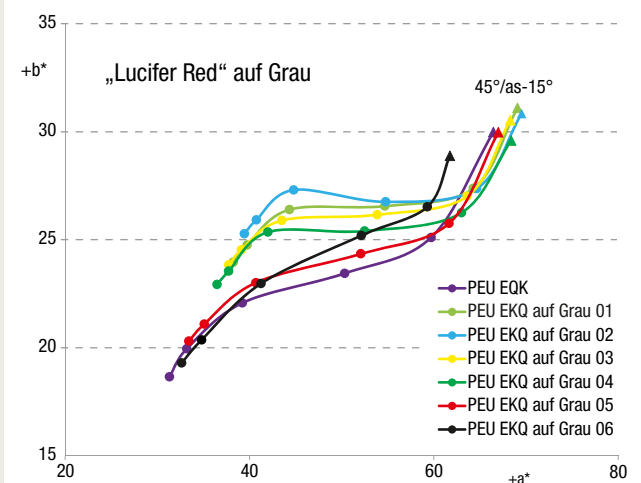


Abb. 6 // Die Farblinien (aspecular lines) weichen auch bei den Muster über den Graustufungen vom Referenzmuster ab.

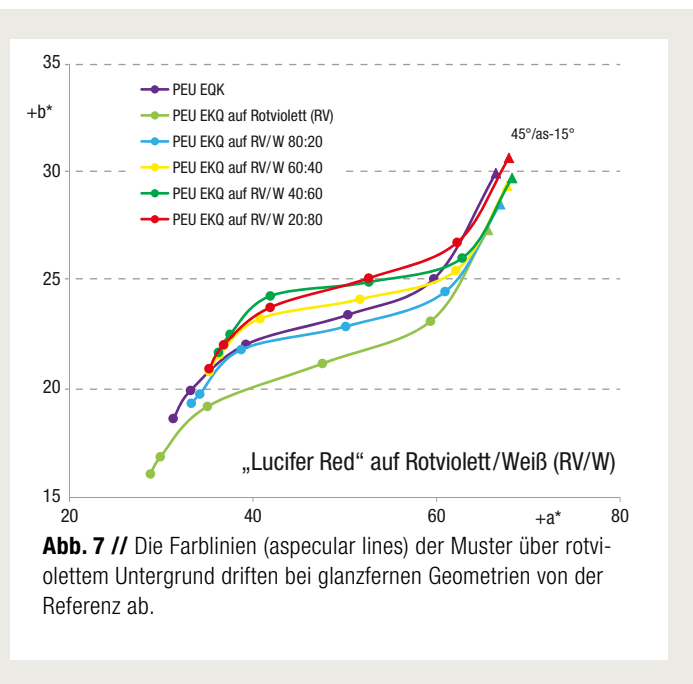


Abb. 7 // Die Farblinien (aspecular lines) der Muster über rotviolettem Untergrund driften bei glanzfernen Geometrien von der Referenz ab.

des Basislacks abweicht, kommt es zu einer Farbverschiebung. Die Ausmischungen des roten Mischlacks mit Weiß zeigen das typische Verhalten einer Aufhellreihe: Das Chroma steigt mit Zugabe von Weiß zunächst bis zu einem Gewichtsverhältnis der Mischlacke von 60:40 an. Gleichzeitig nimmt der Gelbanteil der Farbe ab. Die resultierenden Farben weichen deutlich vom Referenzmuster ab.

Ähnliche Resultate ergeben sich beim Einsatz von Rotviolett und den Ausmischungen mit Weiß als Untergrundfarben. Auch bei Rotviolett verschiebt sich die Farbe zum Bläulichen, wenn der rotviolette Mischlack mit Weiß aufgehellt wird. Im Gegensatz zu den roten Abstufungen liegen die Reflexionen der blauvioletten Abstufungen innerhalb der Reflexionen des Basislacks. Auch beim Rotviolett weichen die resultierenden Farben insbesondere bei den glanzfernen Geometrien vom Referenzmuster ab. Insgesamt sind die Abweichungen aber geringer als bei den roten Ausmischungen (Abb. 7). Der Grund liegt in der geringen Spektralbreite, in dem die rotvioletten Muster reflektieren.

Fazit

Die Farbe eines Untergrunds – beispielsweise eines Füllers – nimmt entscheidenden Einfluss auf den Gesamtfarbeindruck, wenn die darüber liegende Lackschicht transparent ist. Derartige Lacksysteme findet man oft bei automobilen Anwendungen. Dort werden Basislacke auf grauen oder farbigen Füllern eingesetzt.

Der Gesamtfarbeindruck hängt dann von der Wahl der Farbe und auch des Grautons ab. Entspricht die Farbe des Füllers nicht exakt der Farbe des Basislacks, so verändert sich die Farbe. Ein Füller kann nur Lichtstrahlen entsprechend seiner Pigmentierung reflektieren. Einen roten Basislack auf einem grünen Füller zu applizieren, erscheint zunächst absurd. Da aber der grüne Füller im roten Spektralbereich gleichmäßig wenig reflektiert, beeinflusst er in diesem Bereich die Farbe des Basislacks kaum. Rote oder rotviolette Füllerfarben nehmen auf den roten Basislack stärkeren Einfluss und verschieben den Gesamtfarbeindruck.

WERNER RUDOLF CRAMER

studierte Chemie an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster. Er ist als freier Berater und Fachjournalist tätig. Seine Schwerpunkte liegen im Bereich der Effektpigmente, ihrem Mischverhalten und ihrer Farbmessung.



WERNER RUDOLF CRAMER
Freier Berater

Transmission

INTERVIEW// TRANSMISSION VON BASISLACKE – UND DURCH WELCHE FAKTOREN SIE BEEINFLUSST WERDEN KANN.

Können die Transmissionsfarben des Basislackes in eine Farbtonrezeptur eingebaut werden?

Wenn die Farbtonrezeptur mehrere Messwinkel berücksichtigt, geht die Transmissionsfarbe in die Berechnung der Rezeptur ein. Allerdings wird sie nicht explizit ausgewiesen.

Gibt es Möglichkeiten, entsprechende Komponenten in die Farbtonrezeptur des Füllers einzubauen, um die Transmission zu berücksichtigen?

Die Transmission eines Basislackes ist nicht nur von seiner Pigmentierung, sondern auch von seiner Applikation abhängig. Insofern kann keine allgemeine Berücksichtigung bei der Füllerrezeptur stattfinden.

Welche Komponenten beeinflussen die Transmission eines Basislackes?

Es sind vor allen Dingen die transparenten oder semi-transparenten Interferenzpigmente. Aber auch Nano-Pigmente, die in einem mittleren Klarlack (z.B. PPG-Andaro im Mid-Clear bei der Ford-Serienfarbe Ruby Red) eingesetzt werden, sorgen für große Transparenz. Es kommen verschiedene Komponente zusammen, die teilweise ein Spiel von Reflexion und Transmission ergeben. Und teilweise Farbreaktionen wie bei farbigen Folien zeigen.

// Kontakt: Werner Rudolf Cramer, wrcramer@muenster.de

Das Interview führte Dr. Sonja Schulte

FARBEUNDLACK // LIVE

Mehr Informationen und Daten zum Thema
Pigmente und Farbeindrücke

am 08. März 2017 um 11 Uhr

www.farbeundlack.de/live

