

# Jenseits des Regenbogens

**EFFEKTPIGMENTE** // // POLYCHROMATISCHE PIGMENTE ZEIGEN EINEN REGENBOGEN-EFFEKT, DER DURCH SINNVOLLE KOMBINATIONEN MIT INTERFERENZPIGMENTEN REIZVOLLE NEUE FARBKREATIONEN HERVORBRINGEN KANN. UM DIE SPEZIELLEN OPTISCHEN EIGENSCHAFTEN BEIDER PIGMENTARTEN GEZIELT NUTZEN ZU KÖNNEN, SIND JEDOCH EINE GENAUE KENNTNIS DER GEOMETRISCHEN ABHÄNGIGKEITEN DER FARBEN SOWIE EINE INTENSIVE AUSEINANDERSETZUNG MIT BELEUCHTUNGS- UND BEOBACHTUNGSGEOMETRIEN VORAUSSETZUNG.

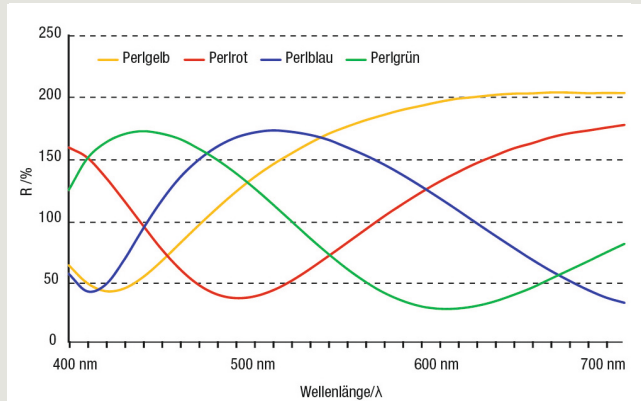


Werner Rudolf Cramer und Frank J. Maile

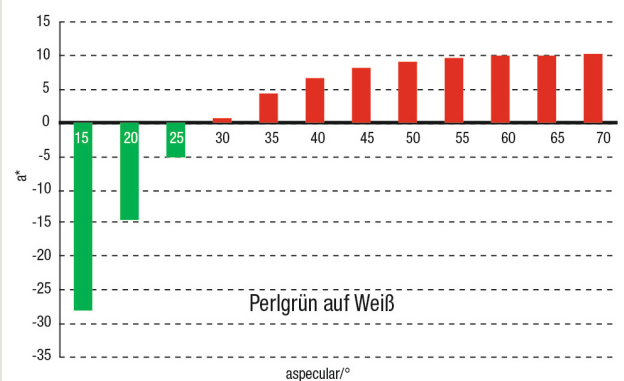
Interferenzpigmente gehören zu den optisch anspruchsvollen Pigmenten. Im Gegensatz zu Buntpigmenten, die einen Teil des einfallenden Lichtes absorbieren, und Metallicpigmenten, die das einfallende Licht spiegeln, überlagern sich bei diesen Pigmenten Lichtwellen, die aufgrund von Reflexionen und Brechungen gegeneinander verschoben sind und auf diese Weise zu einer Verstärkung oder Abschwächung der resultierenden Lichtwelle führen. Die Farbe einer Beschichtung mit Interferenzpigmenten hängt vom Lichteinfallswinkel, vom Betrachtungswinkel und von deren Position zueinander ab. Eine spezielle Untergruppe sind die polychromatischen Pigmente, die einen regenbogenartigen Farbeindruck hervorrufen. Mischungen dieser Pigmenttypen untereinander sowie mit konventionellen Buntpigmenten können ästhetisch interessante neue Farbeindrücke liefern. Voraussetzung ist die Kenntnis der dahinter liegenden optischen Grundlagen.

**Eine Frage der Dicke**

Nasschemisch hergestellte Interferenzpigmente besitzen in der Regel ein Trägerplättchen aus natürlichem oder synthetischem Glimmer, Siliziumdioxid, Aluminiumoxid oder Borosilikatglas. Auf dieses Trägerplättchen werden starkbrechende Metalloxide wie Titandioxid oder Eisenoxid aufgetragen. Je nach Schichtdicke ändern diese Pigmente ihre Farbe, im Fall von Titandioxid von Weiß, Gelb, Rot über Blau nach Grün. Diese ungewöhnliche Farbverschiebung ergibt sich dadurch, dass sich die Reflexionsmaxima und -minima mit zunehmender Schichtdicke zum Längerwelligen verschieben (Abb. 1). Die Änderung von Weiß zu Gelb kommt dadurch zustande, dass sich das Reflexionsminimum aus dem UV-Bereich in den sichtbaren Bereich schiebt. Dieses Minimum verschiebt sich mit steigender Schichtdicke des Titandioxids weiter ins Längerwellige, so entsteht ein roter Farbeindruck. Mit weiter zunehmender Schichtdicke erreicht das auf das Minimum folgende Maximum, das zuvor im UV-Bereich lag, nun seinerseits den sichtbaren Bereich, während das zuvor im langwelligen Bereich liegende Maximum in den unsichtbaren IR-Bereich wandert. Ein blauer Farbeindruck entsteht. Bei noch höherer



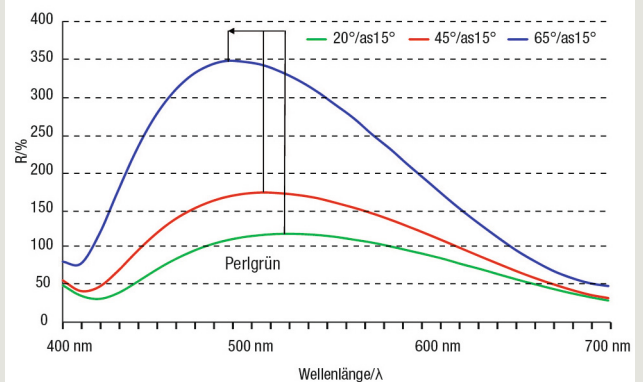
**Abb. 1** // Mit zunehmender Schichtdicke des Titandioxids verändert sich die Farbe des Interferenzpigments, da sich die Minima und Maxima der Reflexionsspektren zum Längerwelligen verschieben. Perlgelb mit der geringsten, Perlgrün mit der höchsten Schichtdicke.



**Abb. 2** // Bis 25° vom Glanz wird die Reflexionsfarbe und darüber hinaus die Transmissionsfarbe beobachtet, wenn das transparente Interferenzpigment auf weißem Untergrund aufgetragen wird. Beim schwarzen Untergrund wird die Transmissionsfarbe absorbiert.

**Ergebnisse auf einen Blick**

- Bei Interferenzpigmente erzeugen Überlagerungen von Lichtwellen, die aufgrund von Reflexionen und Brechungen gegeneinander verschoben sind, den Farbeindruck.
- Die Farbe einer Beschichtung mit Interferenzpigmenten hängt vom Lichteinfallswinkel, vom Betrachtungswinkel und von deren Position zueinander ab.
- Bei polychromatischen Pigmenten entspricht das optische Verhalten Reflexionen am Gitter. Das einfallende Licht wird spektral zerlegt, ein regenbogenartiger Farbeindruck entsteht.
- Die Geometrien des Regenbogens werden nur teilweise von den Messgeometrien der gängigen Spektralphotometer erfasst.
- Mischungen polychromatischer Pigmente mit Interferenzpigmenten sowie mit konventionellen Buntpigmenten können reizvolle neue Farbeindrücke liefern. Voraussetzung ist die Kenntnis der dahinter liegenden optischen Grundlagen.



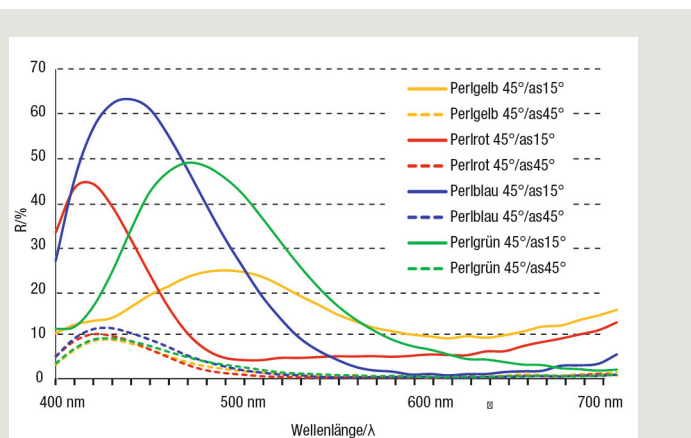
**Abb. 3** // Eine wichtige Eigenschaft der Interferenzpigmente kann für ihre Identifizierung und Charakterisierung genutzt werden: Die Farbe verschiebt sich mit flacherer Beleuchtung zum Kurzwelligen. Dabei steigt auch die Höhe des Maximums.

Schichtdicke verschiebt sich das blaue Maximum dann in den grünen Bereich. Die verschiedenfarbigen Pigmente dieser Gruppe sind also chemisch gleich, sie unterscheiden sich nur durch die Schichtdicke [1].

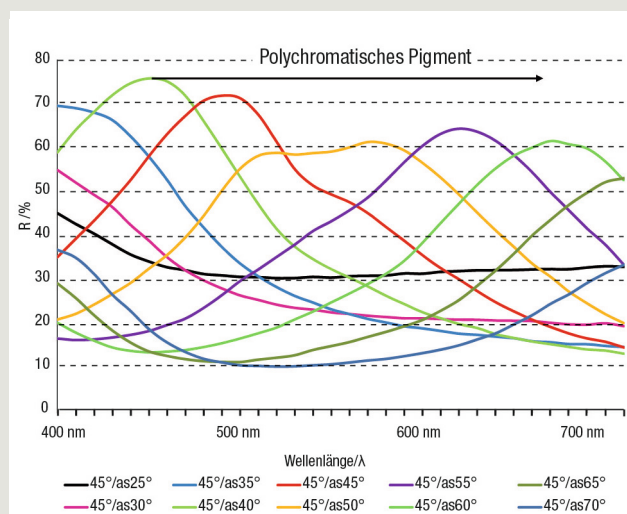
### Keine Frage der Orientierung

Seit Mitte der achtziger Jahre werden Interferenzpigmente auch in Autolacken eingesetzt. Seitdem wuchs das Interesse, ihre Farben und Effekte nicht nur visuell zu beurteilen, sondern auch zu messen. Eine Frage galt zunächst der Orientierung der Pigmente im Lack.

Die Applikation der Interferenzpigmente erfolgt in sogenannten Basislacken, die anschließend mit Klarlack versiegelt werden. Diese Basislacke haben eine Schichtdicke von 10 bis 15  $\mu\text{m}$ , während die Abmessungen der Interferenzpigmente im Bereich von 5 bis 100  $\mu\text{m}$  Länge und einer Dicke von etwa 0,05  $\mu\text{m}$  liegen. Aufgrund dieser Größenverhältnisse können die Pigmente nur wie Platten im Lack liegen. Diese Orientierung



**Abb. 4 //** Nahe am Glanz – hier 15° – überwiegt im Gesamtfarbeindruck der Einfluss des Interferenzpigments. Vom Glanz entfernt – hier 45° – zeigen sich die Reflexionskurven der vier Ausmischungen eines Blaupigmentes mit verschiedenfarbigen Interferenzpigmenten nahezu gleich.



**Abb. 5 //** Bei 25° vom Glanz ist noch kein Maximum im sichtbaren Bereich erkennbar (schwarze Kurve); erst bei glanzferneren Winkeln schiebt sich das Maximum in den sichtbaren Bereich und verlässt diesen wieder ab 65° vom Glanz (olivgrüne Kurve).

wird zudem durch spezielle Additive beim Trocknen des Basislackes unterstützt. Schnittmuster zeigen im Elektronenmikroskop eine relativ flache Ausrichtung. Im Lichtmikroskop kann man bei Änderung des Beleuchtungswinkels die bekannten Farbenänderungen beobachten. Diese gehen fast immer von ein und demselben betrachteten Pigmentpartikeln aus – und nicht von unterschiedlich orientierten Pigmenten. Theoretische Berechnungen über die Orientierung der Pigmente auf der Grundlage von Messwinkeln müssen deshalb angezweifelt werden.

### Farbmessung bei Interferenzpigmenten

Eine objektive Farbbeurteilung wie in der industriellen Praxis üblich liefert bei Interferenzpigmenten meist andere Ergebnisse als dem visuellen Eindruck entspricht. Die eigentlichen Interferenzfarben werden zudem oft gar nicht erfasst. Daher wurden Methoden entwickelt, die für diese Pigmente geeigneter sind.

Die meisten Interferenzpigmente sind transparent, weswegen auch die Farbe des Untergrundes oder der Umgebung eine Rolle spielt. Da das einfallende Licht in Reflexions- und komplementäre Transmissionsfarbe geteilt wird, lässt sich bei einem weißen Untergrund der Wechsel zwischen beiden gut beobachten. Bei Messungen nahe am Glanz wird die Reflexionsfarbe erfasst, vom Glanz entfernt wird die Transmissionsfarbe, die auf der gegenüberliegenden Seite des Pigmentes entsteht, vom weißen Untergrund reflektiert. Misst man bei einem Beleuchtungswinkel von 45° bei unterschiedlichen Differenzwinkeln vom Glanzwinkel, so lässt sich die Reflexionsfarbe im Bereich bis etwa 20° ausmachen. Zwischen 20° und 30° vom Glanzwinkel existiert ein sogenannter Übergangsbereich. Bei größeren Differenzwinkeln wird die komplementäre Transmissionsfarbe gemessen, die vom weißen Untergrund reflektiert wird. Ein schwarzer Untergrund absorbiert die Transmissionsfarbe (Abb. 2). Auch farbige Untergründe sowie Zumischungen von Buntpigmenten führen zu ähnlichen Phänomenen.

In den optischen Gesetzen werden drei Phänomene beschrieben, die auch für Interferenzpigmente gelten und für Messungen herangezogen werden können. Erstens verschiebt sich das Maximum der Reflexion zum Kürzerwelligen, wenn flacher eingestrahlt wird. Dies ist eine entscheidende Eigenschaft zur Charakterisierung und Identifizierung von Interferenzpigmenten (Abb. 3). Messtechnisch lässt sich diese optische Eigenschaft erfassen, indem die Beleuchtung von einem steilen Winkel zu einem flachen geändert wird, wobei der Differenzwinkel zum jeweiligen Glanzwinkel konstant bleibt. Unter dem Glanzwinkel versteht man den Winkel, bei dem die Spiegelreflexion des einfallenden Lichts auftritt. Eine Beleuchtung von 45° ergibt zum Beispiel eine Spiegelreflexion bei 135°. Der Differenzwinkel ist die Differenz des Beobachtungswinkels zu diesem Glanzwinkel.

Daraus ergibt sich eine für das jeweilige Pigment typische Interferenzlinie. Als besonders günstig hat sich hier ein Differenzwinkel von 15° erwiesen. Messungen bei Differenzwinkeln näher am Glanz bergen oft die Gefahr von Falschmessungen, insbesondere wenn es sich um Proben mit Klarlack handelt.

Das zweite interessante Phänomen zeigt sich im Verlauf der Reflexionskurven: Sie verschieben sich nicht nur zum Kürzerwelligen, sondern steigen in ihren Maxima deutlich an, wenn flacher eingestrahlt wird (Abb. 3). Als Konsequenz verläuft die Interferenzlinie im  $a^*b^*$ -Diagramm mit flacher werdender Beleuchtung immer gegen den Uhrzeigersinn. So verschiebt sich die Farbe eines roten Interferenzpigments vom bläulichen Rot zum gelblichen Rot, bei einem grünen Interferenzpigment vom gelblichen Grün zum bläulichen Grün [2].

Die dritte wichtige Eigenschaft betrifft Messungen bei konstanter Beleuchtung: Gebräuchlicherweise wird ein konstanter Beleuchtungswinkel von 45° gewählt, dies ist aber nicht zwingend. Auch andere Winkel wie beispielsweise 65° kommen in Frage. Alle Interferenzpigmente zeigen nahe am Glanz ihre Reflexionsfarbe, auch in ungewöhnlichen Mischungen mit Buntpigmenten lässt sich diese nahe am Glanz beobachten und

# Webcast: Funktionelle Beschichtungen

ERLEBEN SIE DIE FACHARTIKEL DER AKTUELLEN  
FARBE UND LACK ONLINE!

messen. So bleibt z.B. eine blaue Reflexionsfarbe auch erhalten, wenn das entsprechende Pigment mit einem grünen oder roten Buntpigment gemischt wird.

Grundsätzlich entsteht ein Effekt bei Pigmentmischungen dadurch, dass sich die Farbe und/oder die Helligkeit mit dem Winkel ändern. Die Reflexionsfarbe der Interferenzpigmente erkennt man immer nahe am Glanz. Der Gesamtfarbeindruck einer Pigmentmischung wird durch die enthaltenen Pigmente unterschiedlich beeinflusst. Das gilt sowohl für die Bunt- als auch für die Aluminium- und Interferenzpigmente. Buntpigmente beeinflussen den Gesamtfarbeindruck über alle Geometrien, Aluminiumpigmente nahe am Glanz und Interferenzpigmente hauptsächlich bis etwa 25° vom Glanz. Dabei wird die Farbe des Interferenzpigmentes durch die Buntpigmente beeinflusst, die auch nahe am Glanz reflektieren (Abb. 4). Messungen bei konstantem Beleuchtungswinkel und variierten Differenzwinkeln zum jeweiligen Glanzwinkel sind nicht auf eine Beleuchtung unter 45° beschränkt. Grundsätzlich hat sich die 45°-Beleuchtung jedoch als die am besten zur Charakterisierung geeignete herauskristallisiert.

Werden die bei konstantem Beleuchtungswinkel und verschiedenen Beobachtungs- bzw. Differenzwinkeln erhaltenen Messwerte miteinander verbunden, ergibt sich die sogenannte „aspecular line“ (Glanzlinie). Die Verbindung der Messwerte bei konstantem Differenzwinkel und verschiedenen Beleuchtungswinkeln wird als „interference line“ (Interferenzlinie) bezeichnet. Auch hier ist die Angabe des Differenzwinkels notwendig, da die erhaltene Verbindungslinie vom Differenzwinkel abhängen kann. Bei Differenzwinkeln gleich oder größer 30° werden bei transparenten Interferenzpigmenten auf weißem Untergrund die Transmissionsfarben gemessen [3].

## Polychromatische Pigmente

Neben den bekannten Interferenzpigmenten, die nasschemisch oder im Hochvakuum hergestellt werden, gibt es noch eine Sonderform von Interferenzpigmenten: Polychromatische Pigmente, die beispielsweise unter der Bezeichnung MultiFlect am Markt sind. Deren optisches Verhalten entspricht Reflexionen am Gitter. Das einfallende Licht wird dabei bekanntermaßen spektral zerlegt, beiderseits des Zentralstrahls erscheinen regenbogenartige Spektren von Blauviolett über Blau, Grün, Gelb nach Rot. Die beiden ersten Spektren beiderseits des Zentrums nennt man Spektren 1. Ordnung, sie sind gut zu erkennen, während die nächsten Spektren 2. Ordnung kaum noch sichtbar sind, aber durchaus messbar [4].

Im Gegensatz zu „normalen“ Interferenzpigmenten, bei denen sich ein Farbverlauf in Abhängigkeit vom Winkel der Beleuchtung zeigt, erkennt das menschliche Auge bei solchen polychromatischen Pigmenten immer einen kompletten Regenbogen. Messgeräte können die Farben dagegen nur einzeln messen. Der Regenbogen 1. Ordnung erstreckt sich über einen Winkelbereich von 20 bis 30 Grad je nach Beleuchtungswinkel: Bei der flachen 65°-Beleuchtung beginnt der Regenbogen etwa bei 45° und verläuft bis etwa 75° vom Glanzwinkel. Mit steilerer Beleuchtung bei 45° verschiebt sich der Bereich zu 35° bis 65°.

Anhand der Reflexionskurven wird deutlich, dass sich die Reflexionen und ihre Maxima mit steigendem Differenzwinkel zum Glanzwinkel aus dem UV-Bereich in den sichtbaren Bereich schieben. Mit weiter steigendem Differenzwinkel verlassen sie den sichtbaren Spektralbereich in den IR-Bereich, während Maxima der 2. Ordnung vom UV- in den sichtbaren Bereich wandern (Abb. 5). Im a\*b\*-Diagramm verlaufen die Farben des Regenbogens mit dem Uhrzeigersinn (Abb. 6).

Die Interferenzgesetze – Verschiebung der Reflexionen zum Kürzerwelligen mit flacherer Beleuchtung – gelten auch bei diesen Pigmenten: Nimmt man eine aspecular-Geometrie – beispielsweise bei 55° – und trägt die Reflexionen verschiedener Beleuchtungswinkel mit diesem konstanten Differenzwinkel auf, so ist die Verschiebung der Maxima zum Kürzerwelligen mit flacheren Beleuchtungswinkel deutlich zu erkennen. Somit gelten bei diesen Pigmenten die optischen Reflexionsgesetze am Gitter und die der Interferenz.



FARBEUNDLACK // LIVE  
um 11:00 Uhr:  
[www.farbeundlack.de/live](http://www.farbeundlack.de/live)

## DER WEBCAST ZUM HEFT.

Jeden Monat neu // Wissen auf den Punkt gebracht.

Tragen Sie sich den monatlichen Jour fixe schon jetzt in Ihren Kalender ein und profitieren Sie von detaillierten Zusatzinformationen zu dem aktuellen Leitartikel in Ihrer FARBE UND LACK.

Das ist Ihre Gelegenheit, um Antworten auf Ihre Fragen zu erhalten.

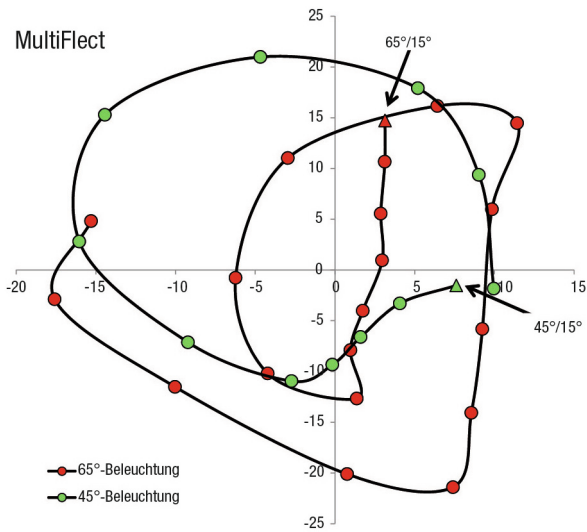
Seien Sie dabei!

09. März 2016 // 11.00 Uhr //

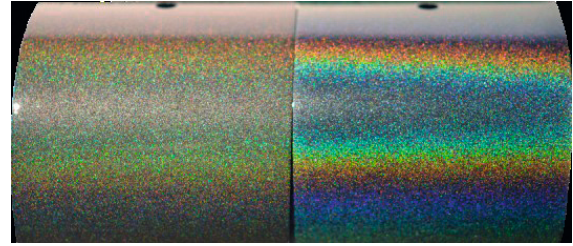
**Funktionelle Beschichtungen**

06. April 2016 // 11.00 Uhr //

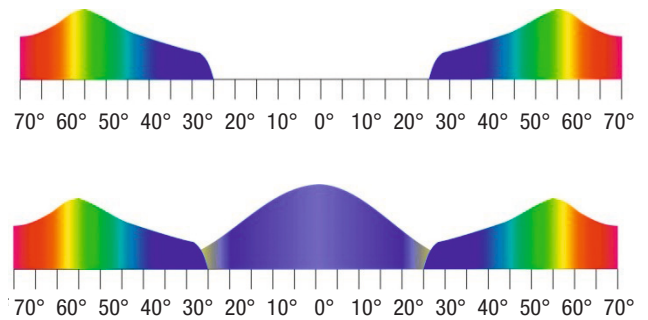
**Bautenfarben**



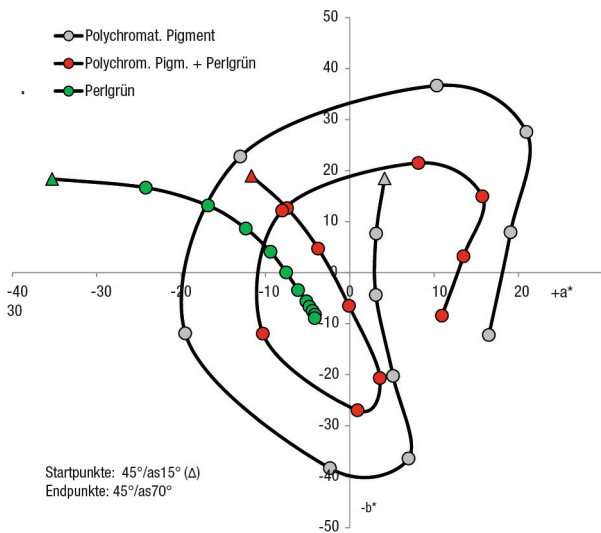
**Abb. 6 //** Die Farben des Regenbogens verlaufen mit dem Uhrzeigersinn im a\*b\*-Diagramm. Moderne Farbmessinstrumente messen den Regenbogen polychromatischer Pigmente bei 45° und 75° aspecular.



**Abb. 7 //** Unterschiedliche Pigmentkonzentrationen geben den Regenbogen unterschiedlich stark wieder (links geringe, rechts hohe Konzentration).



**Abb. 8 //** Der Regenbogen polychromatischer Pigmente tritt auf beiden Seiten des Glanzes auf (oben). In diese „Lücke“ wird ein Interferenzpigment gesetzt, welches seine Reflexionsfarbe bis 25° vom Glanz zeigt (unten).



**Abb. 9 //** Die Anfangswerte des Regenbogens werden in Richtung des zugemischten Interferenzpigmentes verschoben. Ab 35° vom Glanz überwiegt wie vorhergesehen der Einfluss des polychromatischen Pigmentes.



**Abb. 10 //** Karosserierundungen mit ihren unterschiedlichen Geometrien präsentieren Farbenspiele polychromatischer Pigmente in optimaler Weise.

### Gut kombiniert

Interferenzpigmente besitzen typische Reflexionsfarben mit einem kleinen oder großen Farbverlauf. Man findet sie in vielen Autofarben in Kombination mit Bunt- und Aluminiumpigmenten. Um eine blaue Effektfarbe zu kreieren, kann beispielsweise ein weißes Interferenzpigment mit einem blauen Buntpigment gemischt werden. Anstelle des weißen Interferenzpigmentes kann auch ein blaues oder grünes eingesetzt werden. Die Möglichkeiten der Kombination sind hierbei nahezu unendlich groß.

Im Falle der polychromatischen Pigmente gestalten sich die Kombinationen etwas anders: Zumischungen von Bunt- und Aluminiumpigmenten beeinflussen den polychromatischen Regenbogen-Effekt. Polychromatische Pigmente sind von ihrer Grundfarbe silbrig-weiß bis silbrig-grau angelegt. Bei diesen neutralen Pigmenten tritt der Regenbogen-Effekt am deutlichsten auf. Zumischungen von bunten Pigmenten unterdrücken den Regenbogen teilweise oder sogar ganz, so dass grundsätzlich einige Vorüberlegungen notwendig sind:

Der komplette Regenbogen existiert nur bei reinen polychromatischen Pigmenten oder im Falle minimaler Zumischungen. Will man ihn erhalten, sind die Kombinationsmöglichkeiten eingeschränkt. Ideal sind Zumischungen von Schwarz, weil hierbei die Farben des Regenbogens nicht beeinflusst werden. Und aufgrund des größeren Kontrastes wirkt der Regenbogen auch intensiver (Abb. 7). Beim Einsatz derartiger Pigmente wird immer der Regenbogen gezeigt; es gibt keine Pigmente, die nur einen halben oder Viertel-Regenbogen zeigen. Der Effekt lässt sich aber durch Zumischen anderer Pigmente steuern.

### Polychromatisch plus Interferenz

Der Regenbogen beginnt etwa bei 35° bis 45° vom Glanzwinkel; Interferenzpigmente zeigen je nach Typ ihre Reflexionsfarbe bis etwa 25° vom

Glanzwinkel. Insofern lassen sich durch Mischen beider Pigmentarten zwei Farbbereiche nutzen. Betrachtet man ein Aufspritzmuster eines polychromatischen Pigmentes von oben, so erkennt man die „Lücke“ zwischen den beiden Regenbögen zu beiden Seiten des Beobachtungswinkels. In diese „Lücke“ kann ein Interferenzpigment eingebaut werden, welches diese sozusagen füllt (Abb. 8). Solche Mischungen lassen sich vielfältig erstellen, wobei die ausgewählte Farbe des Interferenzpigmentes auch den Regenbogen beeinflussen kann (Abb. 9) [5].

### Polychromatisch plus Bunt

Zumischungen von Buntpigmenten beeinflussen den Farbeindruck über den gesamten Beleuchtungs- und Beobachtungsbereich. Je nach Farbe des Buntpigmentes wird der Regenbogen beeinflusst und ist in seiner Gesamtheit nicht mehr erkennbar.

Der Regenbogen erscheint genau wie die Farben der Interferenzpigmente nur in einem engen Winkelbereich intensiv. Buntpigmente erzeugen trotz ihrer vergleichbar geringeren Intensität nahe am Glanz einen stärkeren Gesamteindruck. Insofern nehmen sie oft einen starken Einfluss auf den Regenbogen, der nur in Kombination mit dunklen Buntpigmenten eine starke Präsenz zeigen kann.

### Polychromatisch plus Bunt plus Interferenz

Beispiele von Mischungen polychromatischer Pigmente mit blauem Buntpigment und blauem Interferenzpigment zeigen die jeweiligen Einflüsse in den Geometriebereichen: Nahe am Glanz bei 15° aspecular – hier bei einer Beleuchtung von 45° – reflektiert das polychromatische Pigment mit einem leichten Tal im grünen Bereich, vom Glanzwinkel entfernt – hier bei 50° aspecular – ist das Grün des Regenbogens erkennbar.

Durch Zugabe eines blauen Buntpigmentes verschiebt sich die as45°-Re-

## FARBEUNDLACK // BIBLIOTHEK



**Funktionelle Beschichtungen**  
Volkmar Stenzel und Nadine Rehfeld  
2013 // 202 Seiten // gebunden  
129,- € // Bestell-Nr. 593  
Als eBook mit Best-Nr. 593\_PDF



**JETZT BESTELLEN:**  
[www.farbeundlack.de/shop](http://www.farbeundlack.de/shop)  
[bestellung@vincentz.net](mailto:bestellung@vincentz.net)

# Funktionelle Beschichtungen

VON VOLKMAR STENZEL UND NADINE REHFELD

**B**eschichtungen werden auf Oberflächen hauptsächlich zu dekorativen, funktionellen oder Schutzzwecken angewandt, doch in den meisten Fällen ist es eine Kombination aus all diesen Aspekten. Dieses Buch gibt einen tiefen Einblick in neue Entwicklungen funktioneller Überzüge mit dem Fokus auf organisch-basierten Materialien. Auch hebt es die letzten Entwicklungen der verschiedenen Technologien und neuartigen Oberflächenfunktionen hervor, die Dekoration, Korrosionsschutz und Oberflächenschutz betreffen. **Auch als eBook erhältlich!**



Vincentz Network // Postfach 6247 // 30062 Hannover // Deutschland // T +49 511 9910-033 // F +49 511 9910-029

flexionskurve zu höheren Werten, vor allen Dingen im blauen Spektralbereich. Nahe am Glanz ist die  $as_{15^\circ}$ -Reflexionskurve leicht erhöht im blauen und roten Bereich. Deutlicher sind die Unterschiede bei den Mischungen mit blauem Interferenzpigment. Dessen Reflexionen nahe am Glanz wirken sich auf die resultierende Reflexionskurve bei  $15^\circ$  vom Glanz mit einem starken Maximum aus. Die Reflexionen dieses Pigmentes schieben sich sozusagen zwischen die Regenbogen-Reflexionen des polychromatischen Pigmentes. Auch visuell lässt sich dieses optische Verhalten beobachten: Links und rechts vom Glanz erkennt man die Regenbögen und dazwischen die blaue Interferenzfarbe. Andersfarbige Interferenzpigmente liefern die gleichen Ergebnisse, wobei deren Reflexionsfarbe einen mehr oder wenig starken Kontrast zum Regenbogen liefert.

Trägt man die  $a^*b^*$ -Werte auf, so zeigt sich eine Verschiebung des Regenbogen-Kreises in den blauen Bereich bei Zugabe eines blauen Buntpigmentes. Die Zugabe eines blauen Interferenzpigmentes bewirkt das Aufklappen dieses Kreises im blauen Bereich. Versuche mit andersfarbigen Bunt- und Interferenzpigmenten zeigen vergleichbare Farbreaktionen.

### Auf dem Weg zu neuen Farbkreationen

Der Einsatz der polychromatischen Pigmente erfordert wie bei allen Effektpigmenten eine intensive Auseinandersetzung mit Beleuchtungs- und Beobachtungsgeometrien, wenn sinnvolle und auch interessante Farbkreationen entstehen sollen. Auch wenn diese Pigmente „nur“ einen Regenbogen zeigen, lassen sich durch Zumischen insbesondere von Interferenzpigmenten Effekte erzeugen, die die optischen Eigenschaften beider Pigmentarten ausnutzen. Darüber hinaus können auch Buntpigmente eingesetzt werden, die den Gesamtfarbeindruck über alle Geometrien entscheidend beeinflussen können. Ausgehend vom polychromatischen Pigment können unterschiedliche Ansätze für Farbkreationen realisiert werden. Sicherlich ist der Einsatz dieser Pigmentart insbesondere im automobilen Bereich eingeschränkt, trotzdem lassen sich für Sondererien reizvolle Ansatzpunkte finden (Abb. 10). Voraussetzung ist eine genaue Kenntnis der geometrischen Abhängigkeiten der Farben. Die Schwierigkeit, diese Kenntnis aufzubauen, liegt darin, dass die Geometrien des Regenbogens nur teilweise von den Messgeometrien der gängigen Spektralphotometer erfasst werden.

### Literatur

- [1] F.J. Maile, G. Pfaff, P. Reynders, Progr. Org. Coat. 54(2005)150 – 163
- [2] W.R.Cramer, Visual & Instrumental Geometries in Colour Matching, CCJ 7/2012
- [3] W.R.Cramer, Reflections on the right angle, ECJ, 4/2012
- [4] E.G. Loewen, E. Popov, Diffraction Gratings and Applications, Marcel Dekker, Inc. N.Y., Basel, 1997
- [5] F. J. Maile, A. C.Martins, A new Generation of Aluminum-based Pigments, Paper 137, ABRAFATI Coatings Congress, Sao Paulo, Brazil, 10 2015

#### 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.

#### DR. FRANK J. MAILE

Nach dem Chemiestudium an der Universität Stuttgart und anschließender Promotion am Forschungsinstitut für Pigmente und Lacke (FPLe.V.) trat er in den Pigmentbereich der Merck KGaA ein. Seit 2011 leitet er die BU Coatings & Plastics der Schlenk Metallic Pigments GmbH in Roth. Daneben ist er als Lehrbeauftragter für Produktentwicklung und Design tätig und ein aktives Mitglied der Fachgruppe Lackchemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker, GDCh.



**WERNER  
RUDOLF  
CRAMER**

Freier Berater und  
Fachjournalist

## „Individualität steht im Vordergrund“

**INTERVIEW // POLYCHROMATISCHE PIGMENTE  
EIGNEN SICH FÜR ANWENDUNGEN  
MIT BESONDEREN EFFEKTEN**

### Für welche Anwendungen sind polychromatische Pigmente besonders geeignet?

Für den Einsatz polychromatischer Pigmente kommt eine Vielzahl von Anwendungen in Frage, bei denen besondere Effekte gewünscht werden. Autolacke, Industrie- und Pulverlacke sind nur Beispiele, bei denen Effekte gefragt sind. Individualität steht bei dieser Pigmentart wie bei allen Effektpigmenten im Vordergrund.

### Ist es sinnvoll, nur polychromatische Pigmente zu verwenden, also ohne sie mit anderen Pigmentarten zu kombinieren?

Durch die Kombination mit anderen Pigmenten vergrößern sich die Anwendungsmöglichkeiten. Insofern wird die Entscheidung abhängig vom Einsatz, d.h. steht eher der einzelne Effekt im Vordergrund oder mehr der Gesamtfarbeindruck aus der Kombination mit anderen Pigmenten.

### Wie leicht ist es, sich die optischen Grundlagen zur Mischung von unterschiedlichen Pigmentarten anzueignen?

Es gibt zwei wesentliche Punkte, die den Einstieg ins Mischverhalten unterschiedlicher Pigmente erleichtern: Zum einen sollte man beachten, dass zwei unterschiedliche Verhalten aufeinandertreffen können, nämlich das subtraktive und additive Mischen. Zum anderen lohnt sich immer ein Blick auf die Reflexionskurven, die das optische Verhalten von Effektpigmenten widerspiegeln.

// Kontakt: Werner Rudolf Cramer [wrcramer@muenster.de](mailto:wrcramer@muenster.de)  
Das Interview führte Kirsten Wrede.