

Strategisches Farbdesign

Zusammenspiel unterschiedlicher Pigmenttypen

Werner Rudolf Cramer

Aluminium- und Interferenzpigmente gehören zur Kreation moderner Autoserienfarben. Wie die Effektpigmente zusammen mit Buntpigmenten wirken, zeigen verschiedene Messmethoden. Mit den so beurteilten Interferenzen lassen sich systematisch neue Farben entwickeln.

Farbbereiche und Effekte, die nicht durch Pigmente erschlossen sind, können nicht entwickelt werden. Beispielsweise dürfen Pigmente mit bestimmten Blau-effekten aus Arbeits- und Umweltschutzgründen nicht produziert werden und stehen deshalb nicht für die Kreation neuer Farben zur Verfügung. Auch Autoserienfarben sind von den zur Verfügung stehenden Pigmenten abhängig.

Farbdesigner müssen sich mit den optischen Eigenschaften der Pigmente beschäftigen, um diese optimal und kosten-effektiv zu nutzen.

Während die Eigenschaften bei Buntpigmenten einfach zu verstehen sind – Buntpigmente bleiben in der Regel unter allen Beleuchtungs- und Beobachtungswinkeln gleichfarbig –, ändern Aluminium- und Interferenzpigmente ihr Aussehen: Je nach Beleuchtungs- und Beobachtungswinkel variieren sie ihre Farbe und/oder Helligkeit. Der Vergleich der Helligkeiten L^* – in Abb. 1 hochgerechnet auf 100 % – zeigt für verschiedene Farben unterschiedlich starke Verteilungen je nach Geometrie: Unifarben besitzen eine nahezu gleichmäßige Verteilung, Effektfarben sind nahe am Glanzwinkel effektiver als bei glanzfernen Geometrien. Bei den Farben in Abb. 1 handelt es sich um 91002: solid_2 + Weiß, 91014: Alu Silverdollar pur, 91265: Alu Cornflake pur, 91015: Perlblau pur, 91237: Xirallic Galaxy Blue pur, 91006: Alu Silverdollar + solid_2, 91019: Perlblau + solid_2, 91229: Xirallic Galaxy Blue + solid_2.

Kontakt:
Werner Rudolf Cramer
T +49 172 236 66 67
wrcramer@muenster.de

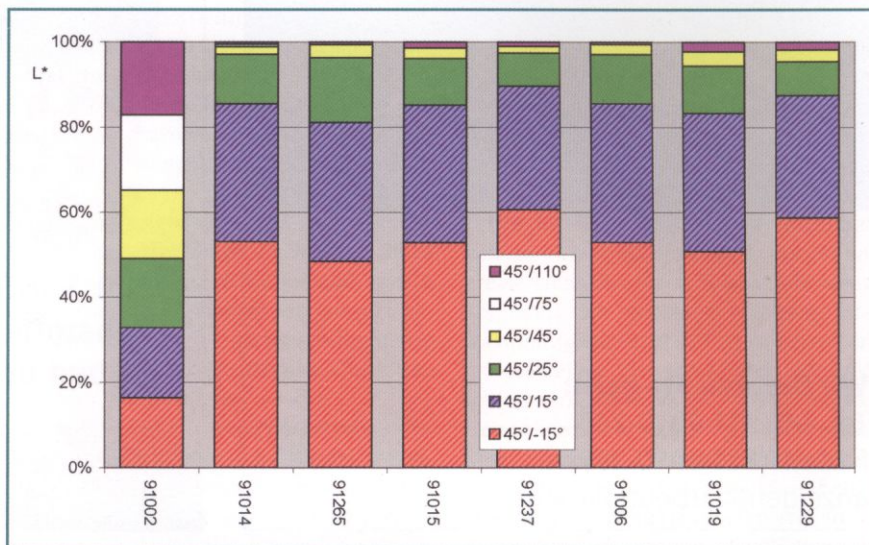


Abb. 1: Vergleich der Helligkeiten L^* für verschiedene Farben

Aluminiumpigmente

Aluminiumpigmente glänzen dadurch, dass sie einfallendes Licht direkt reflektieren. Und sie reflektieren das einfallende Licht winkelabhängig: Je näher man zum Glanzwinkel beobachtet, desto stärker ist die Reflexion. Abhängig vom Typ – Silverdollar oder Cornflake – und von der Größe unterscheiden sich ihre Reflexionsparameter teilweise deutlich. Anders als bei Buntpigmenten müssen diese winkelabhängigen Eigenschaften beachtet und bei der Entwicklung einer neuen Farbe berücksichtigt werden. In der Regel zeigen sich diese optischen Eigenschaften durch Verschiebung der Reflexionskurven in ihrer Höhe.

Interferenzpigmente

Interferenzpigmente zeichnen sich durch das optisch-physikalische Phänomen der Interferenz aus. Dieses besagt, dass sich die Reflexionsfarbe der Interferenzpigmente zum Kurzwelligeren verschiebt, wenn man sie flacher beleuchtet. Beispielsweise verschiebt sich die Farbe eines Pigments von Rot nach Gelb oder von Gelb nach Grün, wenn flacher eingestrahlt wird. Es kann sich auch ein Reflexionsmaximum im Blauen ins unsichtbare Ultravi-

olet verschieben und gleichzeitig aus dem unsichtbaren Infrarot ein Maximum im sichtbaren Rot erscheinen [1].

Die Reflexionsfarbe eines Interferenzpigments ist nahe am Glanzwinkel immer sichtbar; wenn sie aufgrund eines zu hohen Anteils an Bunt- oder Aluminiumpigmenten nicht sichtbar ist, ist ihr Einsatz sinnlos. Ein transparentes blaues Interferenzpigment ist auch in einer Mischung mit absorbierenden Blaupigmenten immer nahe am Glanz sichtbar. In Mischungen von Interferenzpigmenten – beispielsweise Iridin Perlblau – mit Buntpigmenten verschiebt sich die Interferenzlinie nahezu parallel zum Buntpigment, wenn dessen Konzentration erhöht wird. Die Interferenzlinie ergibt sich aus der Farbverschiebung bei Änderung der Geometrien. Da moderne portable Geräte keine Interferenzlinie messen, sind für Abb. 2 für Beleuchtung und Differenzwinkel (aspecular) die Geometrien $45^\circ / -15^\circ$, $45^\circ / 15^\circ$ und $15^\circ / 15^\circ$ gewählt worden. Die Aspecular-Linien (grau, jeweils $45^\circ / 15^\circ$ bis $45^\circ / 110^\circ$) weisen alle in die gleiche Richtung; Ausnahme ist das transparente Perlblau ohne Zumischung.

Auch Interferenzpigmente mit starkem Farbverlauf wie Viola Fantasy (V. F.) sind in Buntmischungen immer erkennbar, und zwar an ihrer individuellen Interferenzli-

nie (Abb. 2). Diese ergibt sich aus Beobachtungen oder Messungen bei verschiedenen Beleuchtungs- und gleichen Differenzwinkeln zum jeweiligen Glanzwinkel.

Da sich die Reflexionsfarben nahe am Glanzwinkel immer durchsetzen, sollte man bei der Kreation neuer Farben diese Eigenschaft im Auge behalten.

Transparente Interferenzpigmente vom Typ Iridodin, Xirallic oder Pyrisma zeigen zwischen 20° und 30° vom Glanz einen Übergangsbereich; bei glanzfernen Differenzwinkeln haben absorbierende Eigenschaften den größten Einfluss auf den Gesamtfarbeindruck. Auch die Transmissionsfarbe dieser Pigmente, die komplementär zur Reflexionsfarbe ist, beeinflusst bei diesen Differenzwinkeln den Gesamtfarbeindruck.

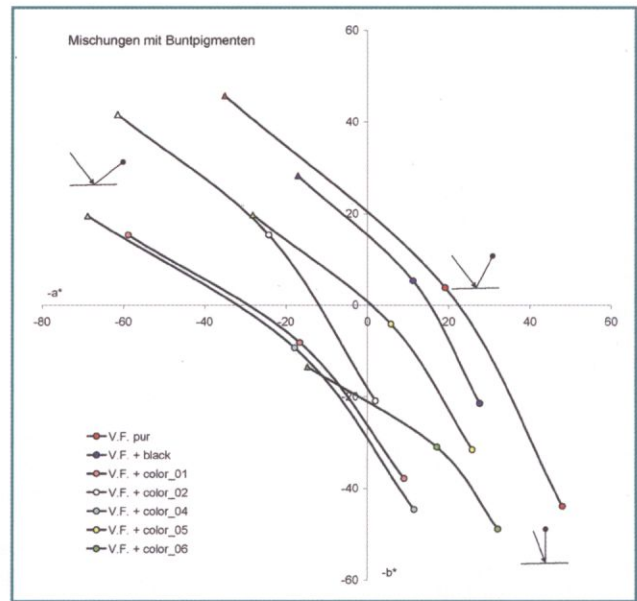
Interferenzpigmente sind Individualisten, die nicht durch Mischen hergestellt werden können. Sie sind auch deshalb Individualisten, weil ihr Farbenspiel im Gegensatz zu Buntpigmenten winkelabhängig ist.

Geometrien der Beleuchtung und Beobachtung

Die wichtigsten Aspekte bei der Betrachtung und Beurteilung von Effektfarben sind die Geometrien der Beleuchtung und Beobachtung. Die meisten Geometrien am Auto sind Off-plane-Geometrien, d.h. die Beobachtungsebene liegt nicht in der Ebene, die Beleuchtung und Normale bilden [2].

Bei den üblichen visuellen und instrumentellen Beobachtungs- und Messmethoden werden In-plane-Geometrien eingenommen. Und weder am Fenster noch in den gebräuchlichen Lichtkabinen stimmen die Geometrien mit denen der portablen Messgeräte überein. Diese Unterschiede fallen bei Lackrezepturen mit Aluminium-

Abb. 2: Interferenzpigmente behalten auch gemischt mit Buntpigmenten ihre typische Interferenzlinie



oder klassischen Interferenzpigmenten weniger stark auf als bei modernen Interferenzpigmenten, die ein größeres Farbenspiel besitzen wie Xirallic-, Colorstream- oder Chromaflair-Pigmente.

Bei der visuellen Beobachtung und Bewertung von Musterblechen am Fenster und in den meisten Lichtkabinen bleibt der Abstandswinkel zwischen Beleuchtung und Beobachtung immer der gleiche: Hält man das Musterblech am Fenster so, dass man in den Glanz schaut, beträgt der Beleuchtungswinkel beispielsweise 15° von der Normalen. Der Glanzwinkel und in dieser Position auch der Beobachtungswinkel betragen entsprechend -15°. Daraus ergibt sich ein Abstandswinkel von 30° zwischen Beleuchtung und Beobachtung. Dieser ändert sich beim Hin- und Wegkippen des Bleches nicht.

Beim Kippen des Bleches zum Beobachter hin, bleibt dessen Position immer in

cis-Stellung, d.h. der Beobachter betrachtet das Muster immer auf der Seite der Beleuchtung. Kippt er es von sich weg, so betrachtet er es zunächst in trans-Position, d.h. er befindet sich auf der Seite vom Glanzwinkel, welcher der Beleuchtung gegenüberliegt. Kippt er stärker von sich weg, wechselt er in die cis-Position.

Visuelle und instrumentelle Bewertung von Interferenzen

Leider bieten die aktuellen portablen Geräte fast keine Möglichkeit, Interferenzen zu messen. Ein Notbehelf ist die im ASTM Standard Practice for Multiangle Color Measurement of Interference Pigments festgelegte Aspecular-Geometrie von -15°. Im Vergleich der Reflexionskurven bei +15° und -15° lassen sich bunte Interferenzpigmente von Aluminium- und

► Ergebnisse auf einen Blick

- Farbdesigner müssen sich mit den optischen Eigenschaften von Pigmenten beschäftigen.
- Das Farbenspiel von Interferenzpigmenten ist im Gegensatz zu Buntpigmenten winkelabhängig.
- Transparente Interferenzpigmente setzen sich gegen bunte Reflexionen kaum durch.
- Effektpigmente stehen am Anfang von Überlegungen zu einer Farbe.
- Startpunkt sollte das Pigment sein, das den größten Einfluss auf den Gesamtfarbeindruck besitzen soll.
- Interferenzpigmente lassen sich nahezu beliebig mischen.
- Buntpigmente haben im glanzfernen Bereich den größten Einfluss auf den Gesamtfarbeindruck.

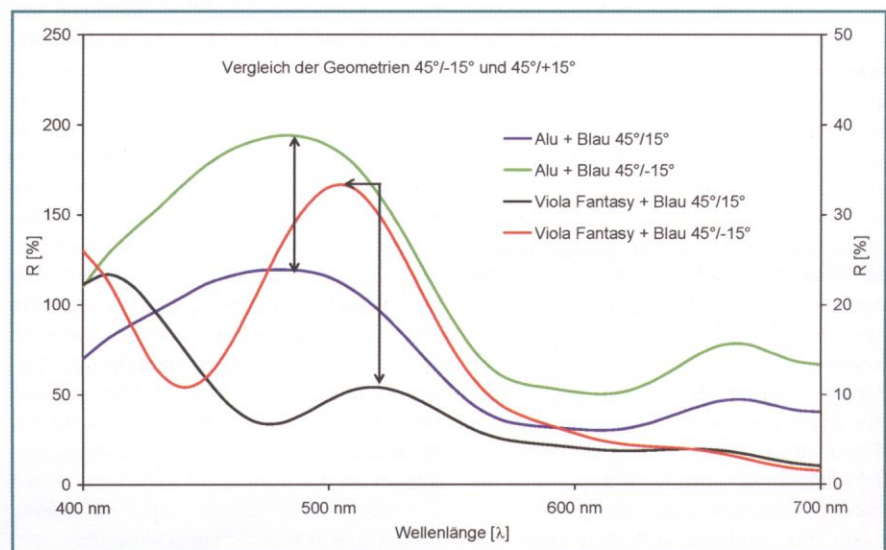


Abb. 3: Ein deutlicher Unterschied bezüglich des optischen Verhaltens für die Kreation neuer Effektfarben

weißen Interferenzpigmenten unterscheiden (Abb. 3). Ein deutlicher Unterschied bezüglich des optischen Verhaltens sollte bei der Kreation neuer Effektfarben berücksichtigt werden: Aluminiumpigmente und weiße Interferenzpigmente zeigen eine Erhöhung ihrer Reflexion, wenn die Beobachtung von der cis-Position (+15° aspecular) zur trans-Position -15° aspecular) wechselt. Bunte Interferenzpigmente zeigen zusätzlich eine Farbverschiebung zum Kürzerwelligen.

Hilfreich ist auch die im ASTM Standard Practice formulierte zweite Beleuchtung bei 15°. Mit diesen Messwerten sowie denen bei 45°-Beleuchtung lässt sich eine Interferenzlinie erstellen, die wie erwähnt ein Notbehelf ist. Sie kann aber durchaus für die Beschreibung der optischen Eigenschaften herangezogen werden.

Bei der visuellen Beurteilung sollte man sich bei Effektfarben angewöhnen, das Musterblech nicht vor dem Fenster oder in der Lichtkabine hin- und herzubewegen. Das Musterblech muss vielmehr gegenüber einer Lichtquelle bei ausgestrecktem Arm betrachtet werden, der dann bei paralleler Haltung des Bleches nach unten bewegt wird. Hierbei geht man gleichzeitig auf die Lichtquelle zu, so dass man das Musterblech immer glanznah betrachtet. Bei dieser Bewegung erkennt man die Farbverschiebung der Interferenz; mit Pigmenten wie dem Colorstream Viola Fantasy oder dem Chromaflair 190 lassen sich diese sehr gut beobachten [3].

Farbbereiche und mögliche Effekte

Die Farbbereiche Gelb, Orange und Rot werden durch intensive Buntpigmente bestimmt, die ein hohes Chroma und eine hohe Helligkeit besitzen. Beide Eigenschaften wirken störend in Mischungen mit Interferenzpigmenten. Insbesondere die transparenten Interferenzpigmente können sich nahe am Glanz weniger stark gegen die bunten Reflexionen durchsetzen. Für diese Farbbereiche eignen sich besser Interferenzpigmente, deren Träger mit Eisenoxid oder einer Kombination aus Titandioxid und Eisenoxid beschichtet sind. Insbesondere im vielfach nachgefragten Rotbereich lassen sich mit eisenoxidbeschichteten Interferenzpigmenten interessante Farbkreationen herstellen. Die interessantesten Farbbereiche für transparente Interferenzpigmente sind der grüne und blaue sowie der violette.

Betrachtet man die Mischreaktionen von Effektpigmenten – also Aluminium- und Interferenzpigmenten – mit Buntpigmenten, so fällt das ähnliche Verhalten beim Mischen der Buntpigmente mit Weiß (Titandioxid) auf: Mischt man ein gelbes oder rotes Buntpigment mit Weiß, so wandert die Far-

Abb. 4: Aluminiumpigmente und weiße Interferenzpigmente verhalten sich ähnlich weißen Buntpigmenten beim Ausmischen mit grünem oder blauem Buntpigment

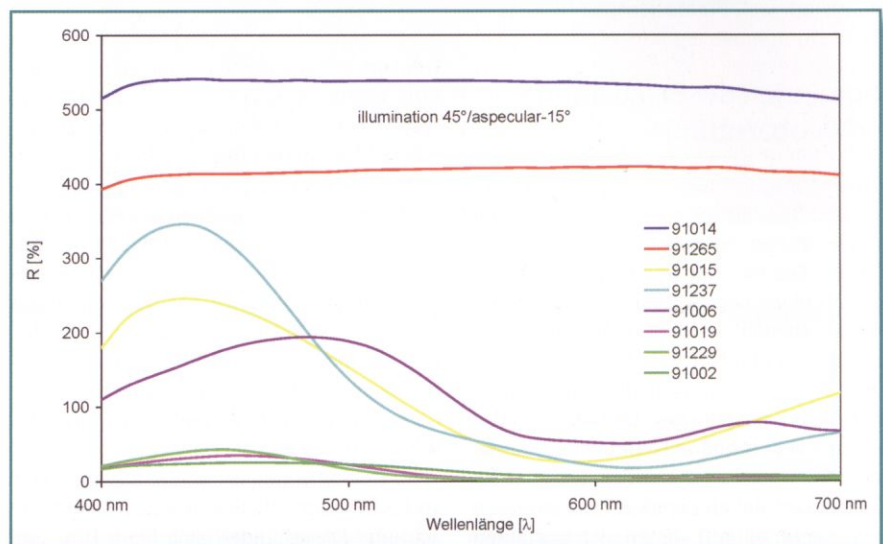
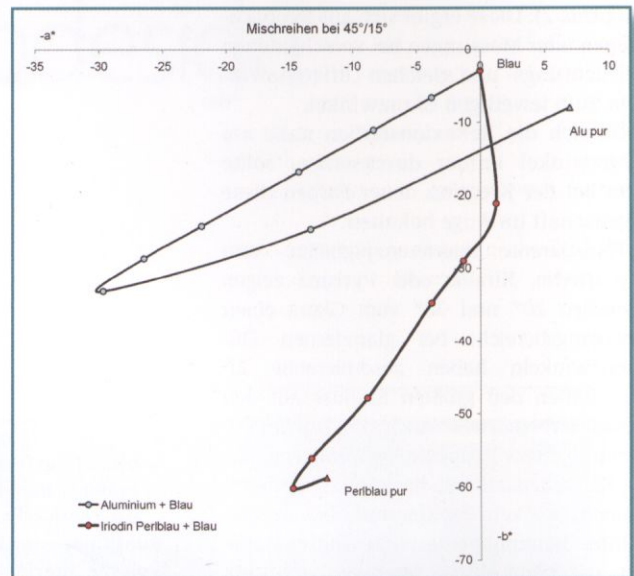


Abb. 5: Nahe am Glanz reflektieren Pigmente unterschiedlich

blinie vom Gelb oder Rot in Richtung Weiß. Grüne oder blaue Buntpigmente sehen wie Schwarz aus und werden erst in der „Verdünnung“ bunt: Bei Mischungen von Blau oder Grün mit Weiß wachsen zunächst das Chroma und die Helligkeit, bis das Chroma an einen Scheitelpunkt angelangt und danach wieder abnimmt. Weiteres Zumischen von Weiß macht die Farbe fahler und heller.

Ein ähnliches Verhalten lässt sich bei Effektpigmenten feststellen: Nimmt man ein weißes Interferenzpigment oder ein Aluminiumpigment, so werden diese in Mischungen zum Leben erweckt: Der Gesamtfarbeindruck nimmt an Chroma und Helligkeit bis zu einem Scheitelpunkt zu, ab dem nur noch die Helligkeit steigt und das Chroma zum unbunten Effektpigment abnimmt (Abb. 4): Aluminiumpigmente und weiße Interferenzpigmente verhalten sich ähnlich weißen Buntpigmenten beim Ausmischen mit grünem oder blauem Buntpigment mit zunächst steigendem

Chroma. Ab einem Wendepunkt nimmt dieses in die unbunte Richtung ab. Mischungen bunter Interferenzpigmente mit Buntpigmenten zeigen direkte Farbverläufe zwischen den Pigmenten.

Mit Titandioxid lassen sich Interferenz- und Aluminiumpigmente auch mischen; allerdings sind die Effekte ziemlich schwach. Titandioxidpigmente sind vergleichsweise groß, weswegen sich die Effekte ungenügend ausbilden können.

Bei Mischungen von Interferenz- mit Aluminiumpigmenten sind ebenfalls einige Besonderheiten zu beachten: Bunte Interferenzpigmente besitzen wie erwähnt grundsätzlich eine Farbverschiebung zum Kürzerwelligen, wenn sie flacher bestrahlt werden. Diese Verschiebung wird allerdings durch Aluminiumpigmente verringert und eingeschränkt. Ab einem bestimmten Mischungsverhältnis lohnt es sich, das bunte Interferenzpigment gegen ein weißes zu tauschen [4].

Musterbleche, die mit einem Aluminiumpigment lackiert sind, erscheinen Grau. Entsprechend sehen Musterbleche mit weißen Interferenzpigmenten Weiß aus. Hierbei sind die Bleche von ihrer Ober- zur Unterkante im Winkel von circa 20° zu betrachten; nahe am Glanz beobachtet, reflektiert Aluminiumblech stärker als das Interferenzblech (Abb. 5): Die Zugabe von weißen Interferenzpigmenten würde dessen Helligkeit nahe am Glanz verringern. Dabei (Beleuchtung 45° / Beobachtung 60° = -15° aspecular) reflektieren Pigmente unterschiedlich: Silverdollar-Alu (91014) reflektieren stärker als Cornflake-Alu (91265), Xirallic Galaxy Blue (91237) stärker als Iriodin Perlblau (91015).

Der Effekt lässt ebenso durch Zugabe eines Flop Controllers oder auch mikronisierten Titandioxids ändern. Dies gilt insbesondere für Rezepturen mit Aluminium.

Entwicklung einer neuen Farbe

In den meisten Fällen beginnt die Entwicklung einer neuen Farbe mit einer bestehenden Rezeptur, die durch Austausch eines Effektpigments zur Erst- und Ausgangsrezeptur wird. Der Vorteil dieser Methode liegt in der bewährten Rezeptur; nachteilig ist es aber, dass unbekannt ist, wie das Effektpigment in der Rezeptur wirkt, und wie stark es sich entfalten kann.

Eine Strategie kann sein, sich an vorhandenen Rezepturen zu orientieren. Wie schon erwähnt, sind Effektpigmente Individualisten, was insbesondere für Interferenzpigmente gilt. Aus diesem Grund sollte man das Effektpigment an den Anfang der Überlegungen stellen.

Die Intensität eines Effekts kann im Vergleich zwischen glanznaher und glanzferner Geometrie dargestellt werden: Aluminiumpigmente vom Typ Cornflake und Silverdollar sowie Interferenzpigmente vom Typ Iriodin und Xirallic zeigen unterschiedlich starke Änderungen ihrer Reflexionen zwischen den Geometrien (Abb. 6). Vom Glanz entfernt (Beleuchtung 45° / Beobachtung -20° = 25° aspecular) vermindert sich bei Pigmenten wie Alu Silverdollar oder Xirallic deren Reflexion. Dies ist ein Hinweis auf die Intensität des Effekts (Vergleich mit Abb. 5).

Will man Interferenzpigmente einsetzen, startet man mit demjenigen Pigment,

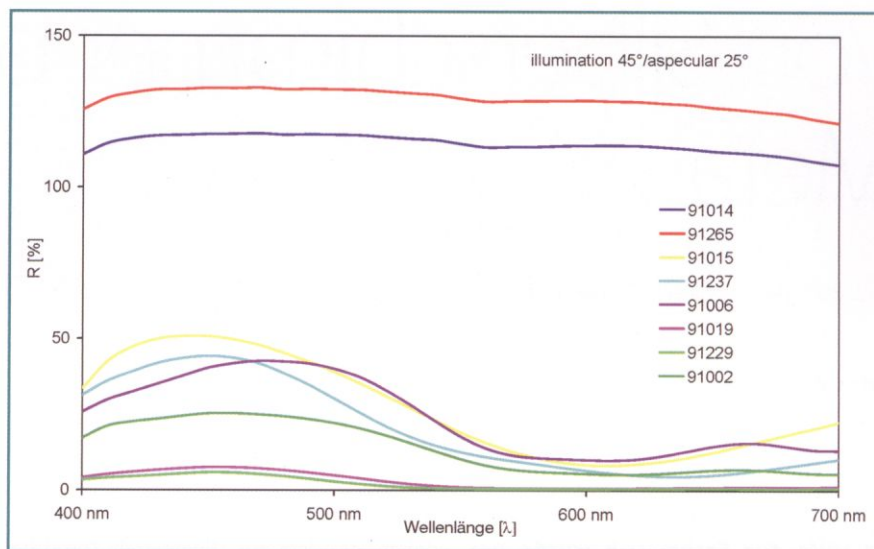


Abb. 6: Vom Glanz entfernt vermindert sich bei Pigmenten wie Alu Silverdollar oder Xirallic die Reflexion

das den größten Einfluss auf den Gesamtfarbeindruck besitzen soll. Es muss nicht unbedingt seine Ausgangsposition im gewünschten Farbenraum haben; es kann auch mit anderen Interferenzpigmenten der gleichen oder einer anderen Art farblich verschoben werden. So lässt sich ein grünes Interferenzpigment durch Zugabe eines gelben oder blauen in diese Richtungen verschieben. Mit einem weißen oder einem roten Interferenzpigment verkleinert sich die Interferenz und damit auch die Interferenzlinie. Mit einem weißen Interferenzpigment wird die Mischung zudem fahler.

Interessanterweise lassen sich transparente wie auch andere Interferenzpigmente nahezu beliebig mischen. Da sie additiven Mischgesetzen gehorchen, erhält man aus einem Perlgrün und einem Perlrot ein weißliches Gelb. Je nach Farbposition der Ausgangspigmente kann dieses Gelb durch Zugabe eines Perlblau in dessen Richtung gezogen werden. Mischt man beispielsweise Xirallic Stellar Green mit Solaris Red und gibt noch einen Schuss Galaxy Blue hinzu, so erhält man ein Weiß mit einem anderen Sparkle-Effekt als beim Xirallic Crystal Silver. Die Interferenzlinie lässt sich komplett mit anderen Interferenzpigmenten verschieben: In Abb. 8 ist die Schwarzausmischung von Viola Fantasy jeweils mit Perllila, Perlgrün und Perlblau gemischt worden. Die

Aspecular-Linien (grau) verlaufen alle in die gleiche Richtung.

Im nächsten Schritt setzt man absorbierende – eventuell auch transparente Buntpigmente hinzu. Hierbei ist zu beachten, dass diese im glanzfernen Bereich ihren größten Einfluss auf den Gesamtfarbeindruck haben.

Soll eine Mischung von Interferenz- und Aluminiumpigmenten entstehen, so beginnt man am besten mit dem stärkeren Partner in der Mischung: Im Fall eines Aluminiumpigments wird dieses dann mit dem gewünschten Interferenzpigment versetzt, um in den Interferenzgeometrien (verschiedene Beleuchtungswinkel mit gleichem Differenzwinkel) Farbe ins Spiel zu bringen. Während das Aluminiumpigment stark in der Helligkeit floppt – dieser Flop ist durch entsprechende Flop Controller beeinflussbar –, wird die Farbe nahe am Glanz durch das zugegebene Interferenzpigment entscheidend dirigiert. Die Zugabe von Buntpigmenten und entsprechenden Weisspigmenten dient dazu, den Effektkarakter (Aluminium + Interferenz) in eine bunte oder unbunte Richtung zu steuern. ◀

Literatur

- [1] Cramer, W.R., Beurteilung und Abmusterung von Interferenzpigmenten, FARBE UND LACK, S. 34, 1/2012
- [2] Cramer, W.R., Optical Properties of Interference Pigments – Solutions to the Problem of their Description & Characterisation, China Coatings Journal, S. 40, 3/2012
- [3] Kirchner, Eric, Cramer, W.R., Making Sense of Measurement Geometries for Multi-angle Spectrophotometers, Color Research, S. 186ff, 6/2012
- [4] Cramer, W.R., Visual & Instrumental Geometries in Colour Matching – Why Users Find Colour Matching Difficult?, China Coatings Journal, S. 20, 7/2012



Werner Rudolf Cramer,

1949 geboren, 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.