

Effektvolles messen

W. R. Cramer, Münster und P. W. Gabel, Darmstadt

Effektpigmente wie viele andere Dinge auch werden weiterentwickelt. So entstand eine neue, zweite Generation, die nun bei den Designern und Stylisten bei vielen industriellen Anwendungen mehr und mehr Beachtung findet. Diese neuen Effektpigmente verlangen bei ihrer Beschreibung nach veränderten Betrachtungs- und Messweisen. Welchen Beitrag derzeitige Farbmessgeräte leisten können wird anhand verschiedener Effektpigmente dargestellt.

In der historischen Entwicklung der Effektpigmente folgten auf die konventionellen Aluminium- und Bronzepigmente die so genannten Perleffektpigmente auf Glimmerbasis. Die neue Generation der Effektpigmente lässt sich aufgrund ihres Aufbaus und ihrer Herstellung unterscheiden. Es handelt sich dabei um beschichtete Siliziumdioxid- oder Aluminiumoxidplättchen, ultradünne Mehrschichtfilm-Plättchen oder um Flüssigkristalle in organisch vernetzten Polymeren (Tab. 1) [1].

Im Wesentlichen lassen sich diese Pigmente wie folgt unterscheiden:

Metallicpigmente bestehen aus dünnen metallischen Plättchen, die als kleine Spiegel wirken. Sie weisen hauptsächlich eine Helligkeitsänderung in Abhängigkeit vom Beobachtungswinkel auf. Die größte Helligkeit wird nahe dem Glanz oder der Spiegelreflexion der Beleuchtung wahrgenommen, die geringste Helligkeit wird weit vom Spiegelglanz beobachtet. Dieser Flip-Flop-Effekt wird außerdem durch die Form und die Partikelgröße der Pigmentteilchen sowie die Orientierung im Lack beeinflusst [2, 3].

Die derzeit gängigste Klasse der Effektpigmente bilden die Pigmente mit einem Glimmerplättchen als Trägermaterial, das von einer oder mehreren dünnen Metalloxidschichten ummantelt ist. Die Farben dieser Pigmente begründen sich im schichtweisen Aufbau mit dem entsprechenden Metalloxid, der auch für den „Glanz aus der Tiefe“ verantwortlich ist [2, 3].

Wirkung der neuen Effektpigmente in Styling

Beschichtete, transparente Siliziumdioxid-Pigmente ergeben außergewöhnliche optische Effekte. Aufgrund einheitlicher Schichtdicken der Plättchen werden reinere Interferenzfarben neben einem höheren Glanz erreicht. Hohe Farbstärke und ein ausgeprägter winkelabhängiger Farbwechsel beinhalten ein hohes Stylingpotential [3 bis 5].

Pigmente auf der Basis beschichteter Aluminiumoxidplättchen führen zu einem brillanten Sparkling-Effekt, einem bisher noch nicht bei feinteiligen Effektpigmenten beobachtetem Erscheinungsbild [3 bis 5].

Opake Mehrschichtfilm-Pigmente weisen gesättigte Interferenzfarben auf, die stark winkelabhängig sind [6, 7].

Helixartiger Schichtaufbau von hoch vernetzten flüssigkristallinen Strukturen organischer Moleküle sind für die optischen Effekte der Flüssigkristalle verantwortlich. Die Pigmente sind transparent und entfalten auf farbigen Untergründen ihre winkelabhängigen Effekte [8, 9].

Interferenz – Farbe durch Physik

Obwohl sich moderne Effektpigmente aufgrund ihrer Herstellung und ihres Aufbaus deutlich unterscheiden, lassen sich ihre optischen Eigenschaften durch Interferenzerscheinungen erklären [10, 11].

Dabei wird das einfallende Licht an unterschiedlichen Stellen des Pigmentes reflektiert und gebrochen, so dass Licht-

strahlen mit verschobenen Lichtwellen aufeinander treffen und für Interferenz sorgen: Trifft Wellenberg auf Wellenberg, so findet eine Verstärkung der resultierenden Wellenlänge statt. Wellental auf Wellenberg sorgt für eine Abschwächung, eine totale Auslöschung tritt im praktischen Fall nicht oder kaum ein. Geht man von einem klassischen Interferenzpigment aus, so besteht dieses aus einem Glimmerplättchen als Träger der ummantelnden Schicht Titandioxid. Fällt weißes Licht auf ein derartiges Pigment, so wird ein Teil an der Oberfläche reflektiert, wobei zusätzlich eine Phasenverschiebung um eine halbe Wellenlänge auftritt. Der restliche Teil des weißen Lichtes durchwandert die Titandioxid-Schicht unter Brechung und wird wiederum teilweise an der Grenzschicht Titandioxid/Glimmer reflektiert. Dieser Teil verlässt das Pigment parallel zum ersten Teil. Aufgrund des längeren Weges durch die Titandioxid-Schicht haben sich die Wellenlängen des zweiten Teils gegenüber dem ersten Teil zeitgleich verschoben. Hieraus resultieren verstärkte Lichtwellen, die im menschlichen Auge für entsprechende Farbreaktionen sorgen. Berechnet man die Verschiebung aufgrund einfacher und idealer Bedingungen, so erhält man eine Gleichung für die maximale Reflexion und damit für die resultierende Farbe. Diese Gleichung beinhaltet die Schichtdicke der starkbrechenden Titandioxid-Schicht, deren Brechungsindex sowie den Winkel des einfallenden Lichtes. Mit steigender Schichtdicke verändert sich die Farbe des Interferenzpigmentes von Silberweiß über Gelb, Rot und Blau nach Grün.

Farbverschiebung – Abhängig vom Beleuchtungs- und Beobachtungswinkel

Von einem flachen Beleuchtungswinkel (bezogen auf die Probenhorizontalen) verschiebt sich das Maximum zum längerwelligen, wenn der Beleuchtungswinkel steiler wird. Beispielsweise verändert sich das Interferenzpigment Blau von flacher zu steiler Einstrahlung vom violetten zum grünlichen Blau wie in Abb. 1a zu sehen ist [12]. Diese Farbverschiebungen sind ein Indiz für Interferenzerscheinungen [13] und damit typisch für diese Pigmentarten.

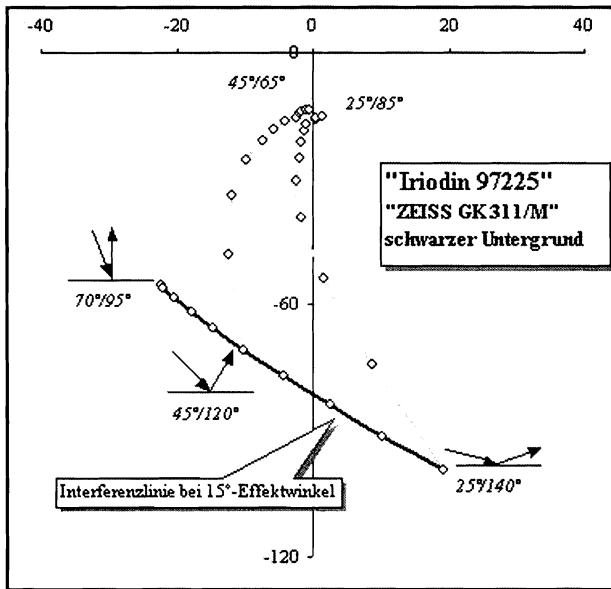


Abb. 1a: Interferenzlinie bei konstantem Effektwinkel von 15° und variierten Beleuchtungswinkeln

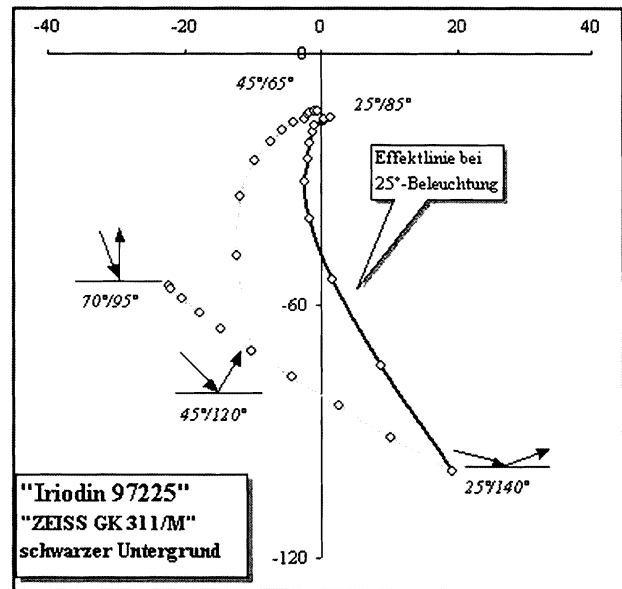


Abb. 1b: Effektlinie bei konstantem Beleuchtungswinkel von 25° und variierten Effektwinkeln

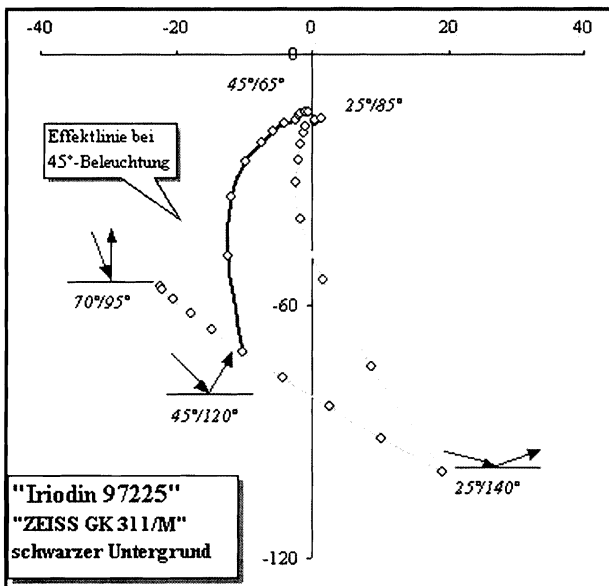


Abb. 1c: Effektlinie bei konstanter Beleuchtung von 45° und variierten Effektwinkeln

Visuelle Abmusterung – nicht zu umgehen

Da diese Richtungsänderungen insbesondere bei der neuen Generation von Effektpigmenten sehr stark ausgeprägt sind, müssen auch für die visuelle Beurteilung neue Kriterien berücksichtigt werden. Typischerweise wird bei der visuellen Beurteilung das entsprechende Musterblech nach vorne und hinten gekippt, um die Farbänderungen zu erkennen. Diese Bewegung simuliert die Änderung bei fixierter Beleuchtung und gibt nicht die Farbverschiebung aufgrund von Interferenzen wieder. Sie entspricht den Abprüfgewohnheiten, die man bei Metallics eingeführt hat. Um die Interferenzverschiebung zu beobachten, muss das Musterblech so verändert werden, dass der Winkel zur Beleuchtungsquelle steiler bzw. flacher wird wie in Abb. 2 zu sehen [1].

Bei einem realen Objekt wie einem Pkw sind viele Geometrien kombiniert: Bei hohem Sonnenstand reflektieren waagerechte Flächen direkt nach oben; beobachtet wird von einem Standort, der vom Glanz entfernt ist. Hierbei ist außerdem zu beachten, dass sich unterschiedliche Farbeindrücke ergeben, ob man den Beobachtungsstandort auf der Seite des Glanzes einnimmt, die zum Beleuchtungsort hinweist (cis-Stellung) oder ihr gegenüberliegt (trans-Stellung) [16] (Abb. 3).

Ändert sich der Beobachtungswinkel bei fixiertem Beleuchtungswinkel, so tritt ebenfalls eine Farbverschiebung ein (Abb. 1b). Trägt man die genannten Interferenzpigmente auf einen weißen Untergrund auf, so erkennt man ab 30° vom Glanzwinkel die Transmissionsfarbe, die komplementär zur Reflexionsfarbe ist und vom weißen Untergrund reflektiert (Abb. 1c).

Man kann also grundsätzlich zwei verschiedene Richtungsänderungen der Farben bei Interferenzpigmenten ausmachen:

Erstere betrifft die Verschiebung bei variablem Beleuchtungswinkel und dem dazu gehörigen konstanten Effektwinkel

(Beobachtungsstandort z. B. 15° vom jeweiligen Glanzwinkel). Hierbei handelt es sich um die typische Interferenz-Farbverschiebung (interference shift).

Fixiert man weiterhin den Beleuchtungswinkel (z. B. bei 25° oder bei 45°) und verändert den Effektwinkel, so erhält man je nach Beleuchtungswinkel typische Farbkurven, die in der Regel mit größer werdendem Effektwinkel gegen einen gleichen oder ähnlichen Farbort tendieren (aspecular shift) [17].

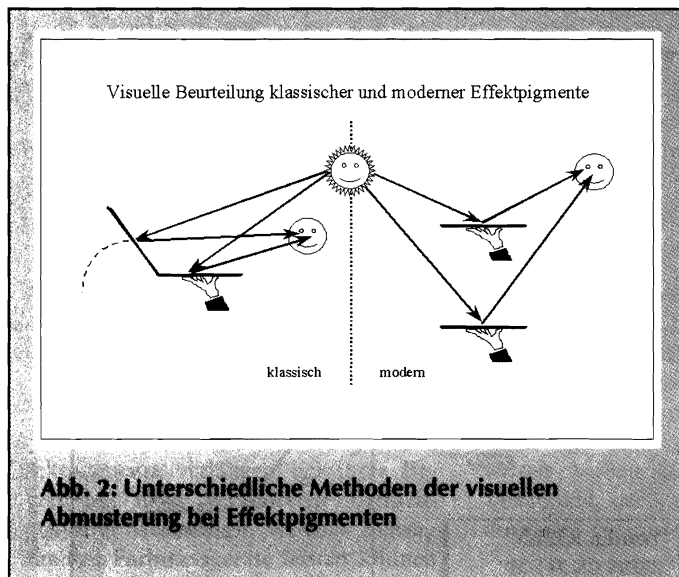


Abb. 2: Unterschiedliche Methoden der visuellen Abmusterung bei Effektpigmenten

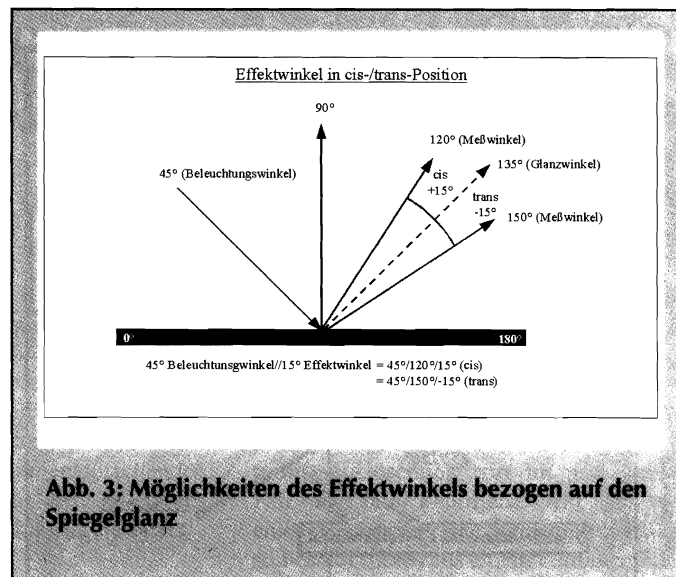


Abb. 3: Möglichkeiten des Effektwinkels bezogen auf den Spiegelglanz

Bei gleichem Sonnenstand erfolgt an den senkrechten Seitenteilen eine flache Einstrahlung und beobachtet wird sehr weit vom Glanz entfernt. Bei tiefem Sonnenstand werden die senkrechten Seitenteile steil und die waagerechten Flächen wie Dach und Motorhaube flach eingestrahlt. Daraus ergeben sich ebenfalls unterschiedliche Farbeindrücke wie diejenigen, die sich aus unterschiedlicher Größe und Entfernung der Beobachter ergeben.

Alle möglichen Farben und Farbverschiebungen sollen und müssen zur Charakterisierung dieser Pigmente herangezogen werden.

Winkelabhängige Farbmessung – unabdingbar !

Frühere Untersuchungen zeigen, dass für die Effektpigmente der ersten Generation die Messgeometrien noch ausreichend sind [14]. Allerdings gab es schon einige Problempigmente, die eine farbmetrische Charakterisierung nicht zuließen [15]. Für die heutigen Effektpigmente der zweiten Generation ist eine erweiterte winkelabhängige Farbmessung unabdingbar.

Zunächst stellt sich die Frage, wie lassen sich die visuellen Beobachtungen instrumentell erfassen? Die Antwort auf diese Frage ergibt sich eindeutig aus den vorangegangenen Beschreibungen:

Erstens muss eine Veränderung der Beleuchtung möglich sein – bei einem Messgerät wird diese Forderung durch die Veränderung des Beleuchtungswinkels erfüllt.

Zweitens muss unabhängig von der Beleuchtung auch die Beobachtung variiert werden können – bei einem Messgerät erreicht man dieses durch Änderung des Effektwinkels.



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.



Dr. Peter Gabel, Jahrgang 1953, studierte und promovierte an der TU Braunschweig in physikalischer Chemie. Er trat 1986 in die Firma Merck KGaA. ein und ist seit 1991 Leiter Qualitätskontrolle Pigmente.

Nur so lässt sich die größtmögliche Farbdynamik erfassen, die sich aus den Messgeometrien und den Pigmenten ergibt.

Farbmesssysteme – ein winkelabhängiger Überblick

Einige Hersteller bieten winkelabhängige Farbmesssysteme an. Das GretagMacbeth-Gerät „Auto-Eye 642“ strahlt bei 45° ein und misst die Effektwinkel 25°, 45°, 75° und 110° (aspecular angles). Beim X-Rite „MA68II“ wird ebenfalls bei 45° beleuchtet und den Effektwinkeln 15°, 25°, 45°, 75° und 110° gemessen. Von dieser Konfiguration – fixierter Beleuchtungs- und variierte Beobachtungswinkel – betrachtet sind beide Geräte vergleichbar. Bei den Geräten von Minolta und Optronik wird dagegen mit variabler Beleuchtung eingestrahlt und bei einem fixierten Winkel gemessen. So beleuchtet das Minolta „CM-512m3“ zirkular bei 25°, 45° und 75° vom Lot und misst im Lot (0°); das Optronik „Multi-Flash“ mit 45°-Messung und Beleuchtung unter acht Geometrien von 25° bis 115°. Allerdings wechselt bei dieser Geometrierihe der Effektwinkel von der trans- zur cis-Stellung. (Abb. 4). Ein gleicher Effektwinkel kann also auf unterschiedlichen Messgeometrien basieren und beschreibt somit verschiedene Farborte.

Das Phyma System „WICO 5&5“ beleuchtet unter 22,5° und 45° vom Lot und hat jeweils 5 Beobachtungswinkel 67,5°; 0°; -22,5°; -45° und -67,5° mit jeweils großem Messfleck. Die fünf Stützpunkte zwischen 0° bis 180° (bezogen auf die Horizontale) ermöglichen eine fast ideale Beschreibung der Pigmente.

Eine komplette Beschreibung in 1°-Schritten ist mit dem „Murakami GCMS-3“ zu

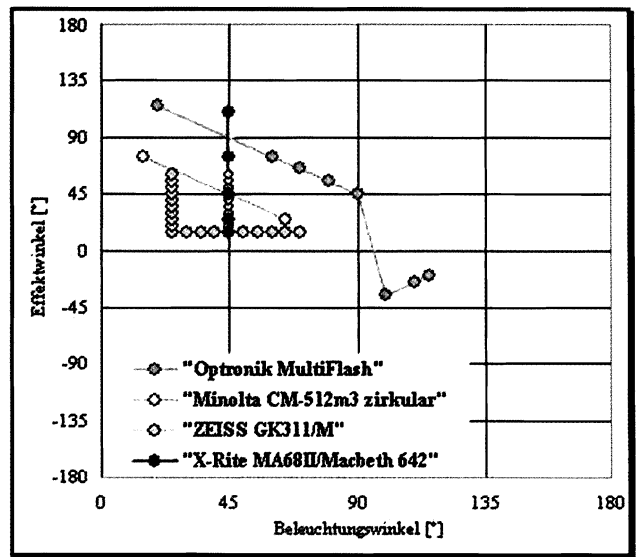
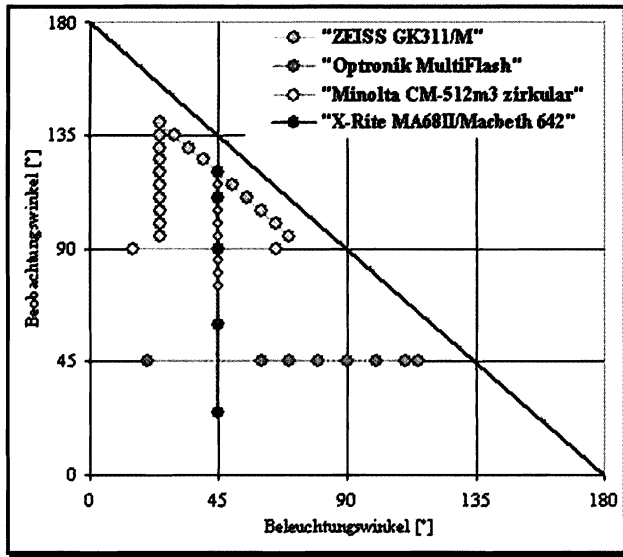


Abb. 4: Schematisch vergleichende Darstellung der Messgeometrien unterschiedlicher Messsysteme

erzielen. Das Gerät ermöglicht eine Beleuchtung beginnend von 16° bis 180° und eine Beobachtung bis 196° (Transmission).

Stufenlose Reflexions- und Transmissionsmessungen von 0° bis 360° können mit dem „GON 360“ von Instrument Systems durchgeführt werden.

Zur Gegenüberstellung der Messergebnisse wurde das nicht mehr gebaute Mehrwinkelgerät „GK 311/M“ von Zeiss genutzt, bei dem sich Beleuchtungs- und Beobachtungswinkel unabhängig vonein-

ander in 5°-Schritten einstellen lassen. Allerdings ist ein Beleuchtungswinkel erst ab 25° (horizontal) möglich. Der maximale Beobachtungswinkel beträgt 155°.

Messergebnisse – mehr als nur Zahlen

Die Effektpigmente wurden 3%ig in einen NC-Lack eingearbeitet und maschinell auf schwarzweiße Kartons aufgezogen. Die hier vorgestellten Ergebnisse

beziehen sich jeweils auf diejenigen über schwarzem Untergrund. Zur besseren Übersicht und Vergleichbarkeit beziehen sich alle Winkelangaben auf die Probenhorizontale und nicht auf das Lot.

Interferenz-Perlglanzpigment

Das transparente „Iridin 97225 Ultra-Perlblau“, ein Effektpigment der ersten Generation, gehört zu den häufig eingesetzten Blaupigmenten. Die starke blaue Reflexionsfarbe wechselt vom violetten

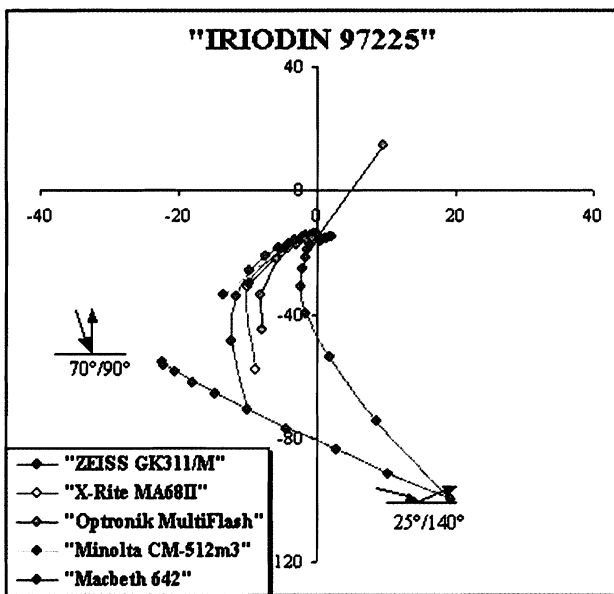


Abb. 5: Interferenz- und Effektlinien des „Iridin 97225“ im a*b*-Diagramm von verschiedenen Messgeräten

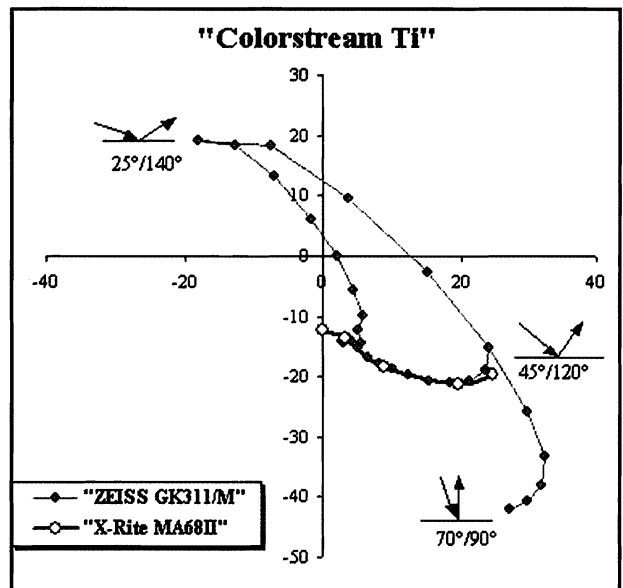
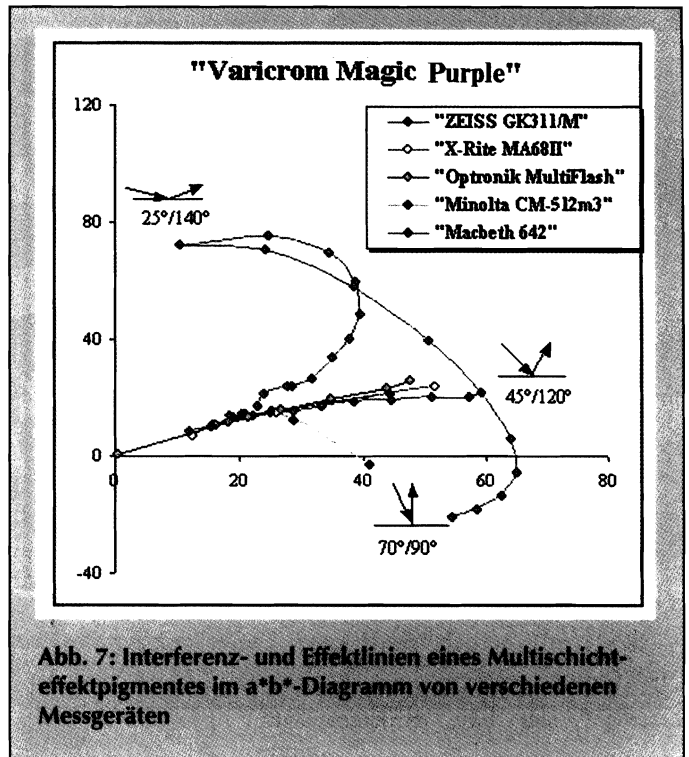
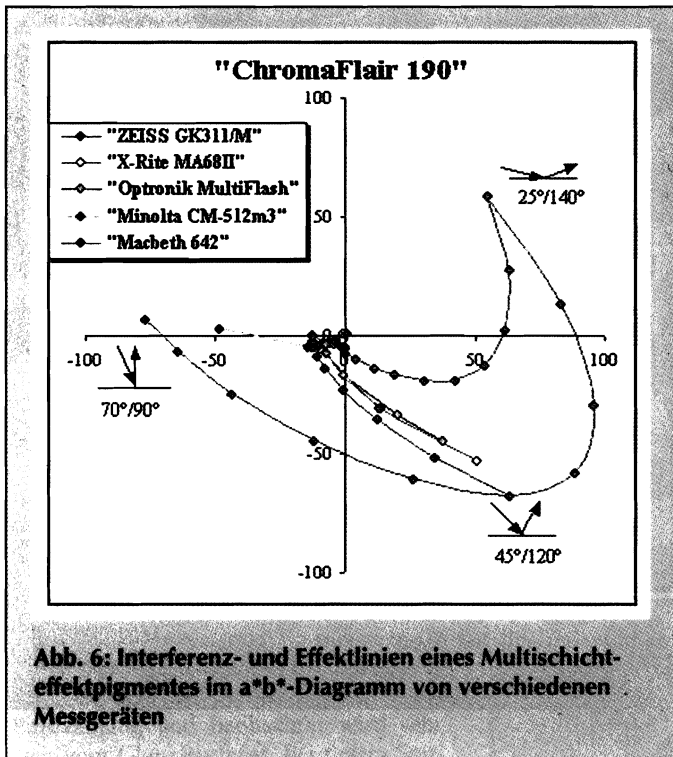


Abb. 5a: Vergleich zwischen den Messungen zweier Messgeräte mit und ohne Verstellbarkeit des Beleuchtungswinkels



Blau bei flacher Beleuchtung zum grünlichen Blau bei steiler Beleuchtung und jeweilig glanznaher Beobachtung. Entfernt man sich von der glanznahen in Richtung glanzferner Beobachtung, so driftet die Farbe unabhängig vom Beleuchtungswinkel zum Unbunten. Mit dem Zeiss „GK 311/M“ lassen sich diese Farbwechsel darstellen – als Interferenzlinie (interference shift) mit Variation des Beleuchtungswinkels von 25° bis 70° und als Effektlinien (aspecular shift) bei 25° und 45° Beleuchtung mit größer werdendem Effektwinkel ab 15°. Ausgehend von 0° der Probenhorizontalen ändern sich die Winkel im Uhrzeigersinn bis 180°. Der 45°-Beleuchtung entspricht so einem Spiegelglanzwinkel von 135°; eine Messung mit 15°-Effektwinkel erfolgt dann bei 120°.

Die 45°-Effektlinie (aspecular shift) des „Iridiodin 97225“ zeigt sich beim X-Rite „MA68II“ ausgehend vom 15°- bis zum 110°-Effektwinkel. Vergleichbare Werte ergeben sich mit dem „Mabeth 642“, dass allerdings erst mit einem 25°-Effektwinkel beginnt. Auch das „MultiFlash“ von Optronik „startet“ bei einem 25°-Effektwinkel; ein Vergleich ist hier allerdings schwierig,

da die Reihe der Messgeometrien von der cis- zur trans-Stellung wechselt. Auffällig ist bei den Messungen an den transparenten Pigmenttypen der „Schlenker“ zur 115°-Geometrie. Das zirkular beleuchtende Minolta „CM512m3“ gibt die Farbeffekte des „Iridiodin 97225“ mit nur drei Messgeometrien in Abb. 5 kaum wieder.

Transparente Siliciumdioxidplättchen

Das „Colorstream Ti“-Pigment gehört zu den innovativen Typen der 2. Generation, deren Basis dünne SiO₂-Plättchen sind. Vom violetten Farbbereich ändert sich die Farbe zum Grünen bei gleichbleibendem Effektwinkel von 15°. Die Effektlinien bei 25°- und 45°-Beleuchtung münden in den gleichen Farbort.

Deutlich ist in Abb. 5a zu erkennen, dass die Effektlinien bei 45° bei beiden Geräten gut übereinstimmen. Allerdings wird auch deutlich, dass die große Farbbreite des Pigmentes mit dem Gerät mit fixiertem Beleuchtungswinkel von 45° nicht ausreichend wiedergegeben wird.

Multischichteffekt-Pigment

„ChromaFlair 190“ wechselt von Gelb über Rot, Violett und Blau nach Grün seine Farbe, wenn man den Beleuchtungswinkel ändert und bei konstantem Effektwinkel misst. Bei konstanten Beleuchtungswinkeln ändert sich die Farbe zum Unbunten.

Die Flächen, die die Farbwechsel beschreiben, lässt sich gut im a*b*-Diagramm darstellen. Obwohl das CIE-LAB-System im strengen Sinn nur zur Darstellung von Farbabständen gilt, lassen sich mit ihm Farbeffekte den-

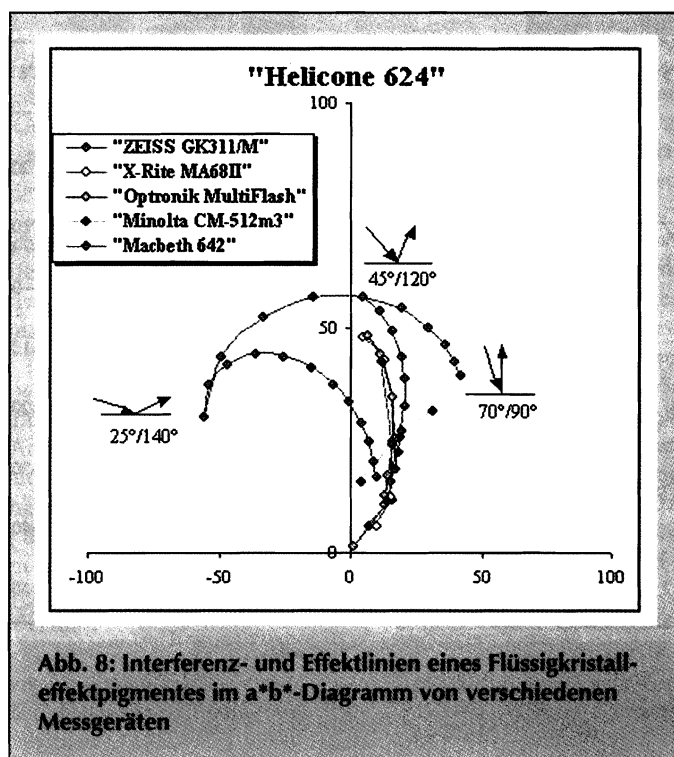


Abb. 8: Interferenz- und Effektlinien eines Flüssigkristalleffektpigmentes im a*b*-Diagramm von verschiedenen Messgeräten

noch gut demonstrieren. Das Zeiss „GK 311/M“ misst die visuellen Farbeindrücke nicht eindeutig. Da es aber aus baulichen Gründen nicht flacher als 25° einstrahlen kann, ist der visuell gelbe Eindruck bei < 25° nicht mehr messbar.

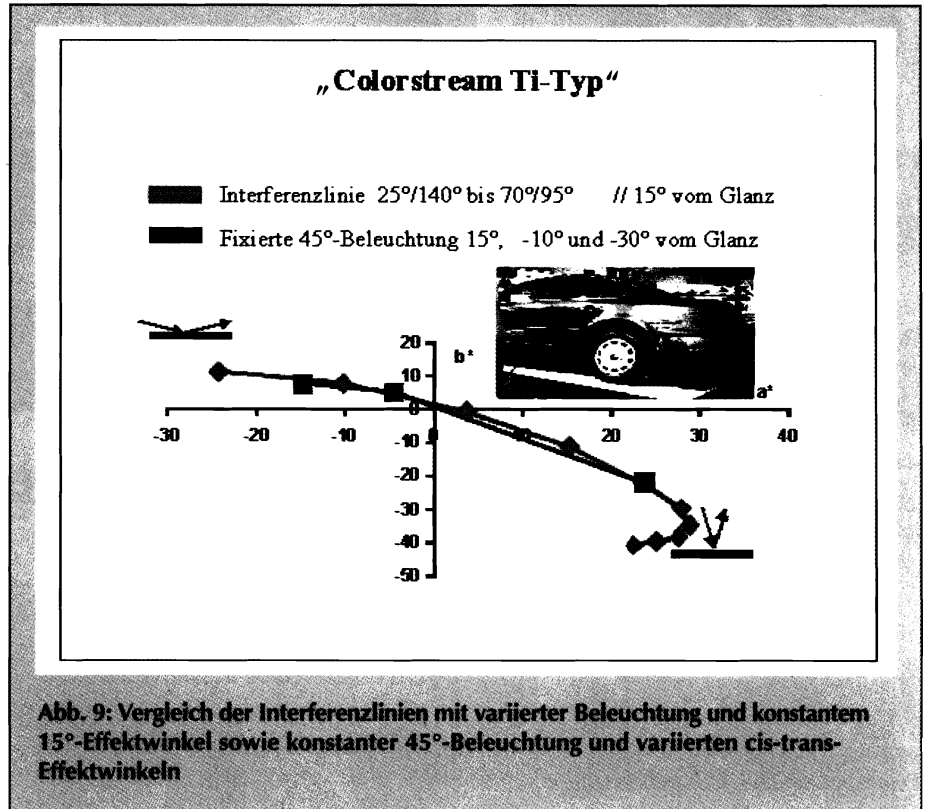
Während alle Geräte die Farbänderung bei 45°-Beleuchtung beziehungsweise -Beobachtung vergleichbar wiedergeben, fällt die Lage der Messpunkte des Minolta-Gerätes hier deutlicher auf als bei dem „Iridin 97225“. Bei diesem Gerät werden Beleuchtungs- und Effektwinkel gleichzeitig geändert: Bei steiler Einstrahlung von 65° ist der Effektwinkel mit 25° kleiner als der bei flacher 15°-Einstrahlung mit 75°. (Abb. 6)

„Magic Purple ED 1480“, ein Variocrom-Pigment der BASF, ist vergleichbar mit den „ChromaFlair“-Pigmenten von Flex Products. Von einem gelblichen Rot wechselt dieses Pigment zu einem Rotviolett, wenn man den Beleuchtungswinkel steiler wählt und den Effektwinkel konstant lässt. Bei konstantem Beleuchtungswinkel von 25° schneidet diese Effektlinie bei 30° vom Glanz die Interferenzlinie bei der Geometrie 35°/130° und bildet einen gemeinsamen Farbort mit unterschiedlichen Helligkeiten.

Auffallend sind bei diesem Pigment die ähnlichen Messergebnisse der Geräte, wobei allerdings auch hier das Minolta aufgrund seiner Geometrien unterschiedliche Werte liefert. Auch das Optronik-Gerät geht bei der flachen Einstrahlung weit über die Ergebnisse der anderen Geräte hinaus (Abb. 7).

Flüssigkristall-Effektpigmente

Die visuelle Bestimmung von „Helicone 624“ zeigt ein intensives Grün bei flacher Beleuchtung, welches zu einem intensiven Rot bei steiler Beleuchtung wechselt. Ändert man die Beobachtung vom Glanz weg, so tendiert auch dieses Pigment zum Unbunten.



Der bogenförmige Verlauf der Interferenzlinie mit Gelb als Übergangsfarbe im Bereich der 45°-Beleuchtung zeigt sich deutlich bei der Messung mit dem Zeiss „GK 311/M“. Die gegenübergestellten Messgeräte „beginnen“ allerdings nur beim Gelb und die Messwerte weisen mit steigendem Effektwinkel in die unbunte Richtung. (Abb. 8)

Forderungen – und eine pragmatische Lösung

Die Messergebnisse zeigen, dass das visuelle Verhalten der Effektpigmente der zweiten Generation mit den derzeit angebotenen Systemen nicht oder kaum mess-

bar ist. In der neuen DIN Norm 6157-2 werden diese Pigmente sogar ausgeschlossen. Nur zwei Gerätehersteller bieten flexible Goniospektrometer an, die für den F+E-Bereich geeignet sind. Für den Produktionsbereich wären portable Geräte notwendig, die gegenüber den heutigen Geräten zusätzliche Messgeometrien beinhalten. Als Zwischenschritt könnte man bei den bestehenden 45°-Beleuchtungssystemen einen Messwinkel „hinter dem Glanz oder Cis-Winkel“ etablieren. Umfangreiche Versuchsmessungen lassen den Schluss zu (Abb. 9) [1].

Tab. 1: Handelsnamen und Hersteller von Effektpigmenten

Metallicpigmente	„Stapa“ „Silver“ / „Silvex“	Eckart Silberline
Perlglanzpigmente	„Iridin“ / „Afflair“ „Mearlin“	Merck Engelhard
Transparente Siliciumdioxidplättchen	„Colorstream“	Merck
Beschichtete Aluminiumoxidpigmente	„Xirallic“	Merck
Multischicht-Effektpigmente	„Chromaflair“ „Variocrom“	Flex BASF
Flüssigkristall-Effektpigmente	„Helicone“	Wacker

Literatur

- [1] P. W. Gabel et al., Goniochromatic Quality Control of Effect Pigments, Conference Papers, PRA, The Colour Delivery Challenge, Leeds 2000
- [2] A. B. Rodrigues, J. Color and Appearance Measurement of Metallic and Pearlescent Finishes, ASTM Standardization News, October 1995
- [3] A. Huber, Effektpigmente in Lacken, Phänomen Farbe (2000) 7+8, S. 20
- [4] S. Teaney, G. Pfaff, K. Nitta, New Effect Pigments using Innovative Substrates, ECJ (1999) 4, S. 90
- [5] S. R. Sharrock, N. Schuel, New Effect Pigments based on SiO₂ and Al₂O₃ Flakes, ECJ (2000) 1-2, S. 20
- [6] R. Schmidt et al., Optisch variable Glanzpigmente, Farbe & Lack 104 (1998) 5, S. 44

- [7] Z. P. Czornij, Hochwertige Eisenoxide als Pigmente in Fahrzeuglacken, FARBE&LACK 106 (2000) 8, S. 38
- [8] J. Heinlein, M. Kasch, LC-Pigmente – Feuerwerk der Farben, Phänomen Farbe (2000) 7+8, S. 18
- [9] F. Meyer, Farbe ohne Farbstoff, FARBE&LACK 104 (1998) 8, S. 28
- [10] W. R. Cramer, How do pearl lustre pigments show different colours?, ECJ (1999) 6, S. 72
- [11] C. Schmidt, M. Fritz, Optical Physics of Synthetic Interference Pigments. Kontakte (1992) 2, S. 15
- [12] W. R. Cramer, Farbmessung an Glimmerpigmenten, Technisches Messen, (1992) 5, S. 229
- [13] F. Hofmeister, R. Maisch, P. W. Gabel, Farbmetrische Charakterisierung und Identifizierung von Mica-Lackierungen, FARBE&LACK 98 (1992) 8, S. 593
- [14] P. W. Gabel, H. Pieper, A Comparison of different Colorimeters, EuroCoat 6 (1992) S. 356
- [15] P. W. Gabel, f. Hofmeister, H. Pieper, Interference Pigments as Focal Point of Color Measurement, Kontakte (1992) 2, S. 25
- [16] W. R. Cramer, Nieuwe lakken onder de loep, Verfkroniek, (1993) 4, S. 28
- [17] W. R. Cramer, Magical Mixtures, Paint & Coatings Industry, (1999) 9, S. 72

Danksagung: Den Geräteherstellern Minolta, GretagMacbeth, Optronik und X-Rite sagen die Autoren Dank für die vorgenommenen Messungen.

Ergebnis auf einen Blick

- **Interferenz-Effektpigmente zeigen Farbwechsel, die durch eine Fläche im a^*b^* -Diagramm beschrieben werden können. Dessen Grenzen werden durch Effekt- und Glanzlinien gebildet. Bei konstantem Effektwinkel ergibt sich die typische Interferenzlinie mit variierten Beleuchtungswinkeln (interference shift). Glanzlinien (aspecular shift) setzen sich aus Farborten zusammen, bei denen unter einem konstanten Winkel beleuchtet und der Effektwinkel variiert wird. Zur optimalen und genauen Beurteilung ist daher das Messen von Effekt- und Glanzlinien ein „Muss“ für jedes Messgerät. Beleuchtungs- und Beobachtungswinkel sollten möglichst nahe an die Probenhorizontalen heranreichen, um den visuellen Eindruck durch Farbmessungen besser und einfacher zu belegen.**

PERLGLANZPIGMENTE

Perlglanzpigmente

Roman Maisch, Ralf Glausch, Manfred Kieser, Gerhard Pfaff, Joachim Weitzel
Vincentz Verlag, ISBN 3-87870-429-1

Ein effektvolles Farbenspiel

Klaus Böhm, Gerhard Pfaff, Joachim Weitzel
FARBE&LACK 10/1999, S. 30

Zu bestellen bei: Martina Süßmuth, Tel. (05 11) 99 10-0 32; Fax (05 11) 99 10-0 29;
eMail: suessmuth@vincentz.de