

FARBE **UND** LACK

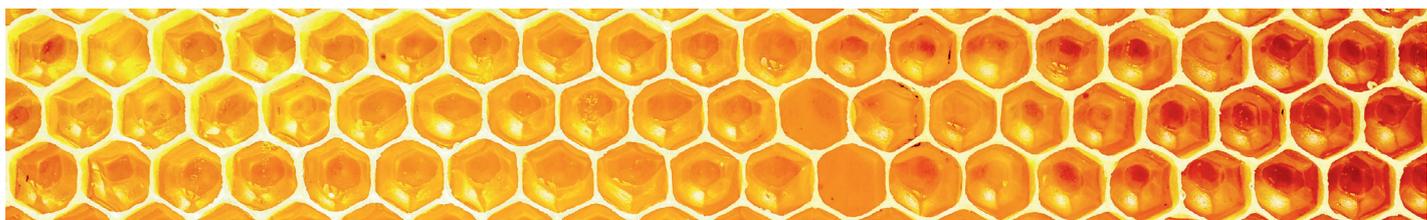
11.2022 // 128. Jahrgang // www.farbeundlack.de

Quelle: Source: เลิศลักษณ์ ทิพย์ชัย - stock-adobe.com



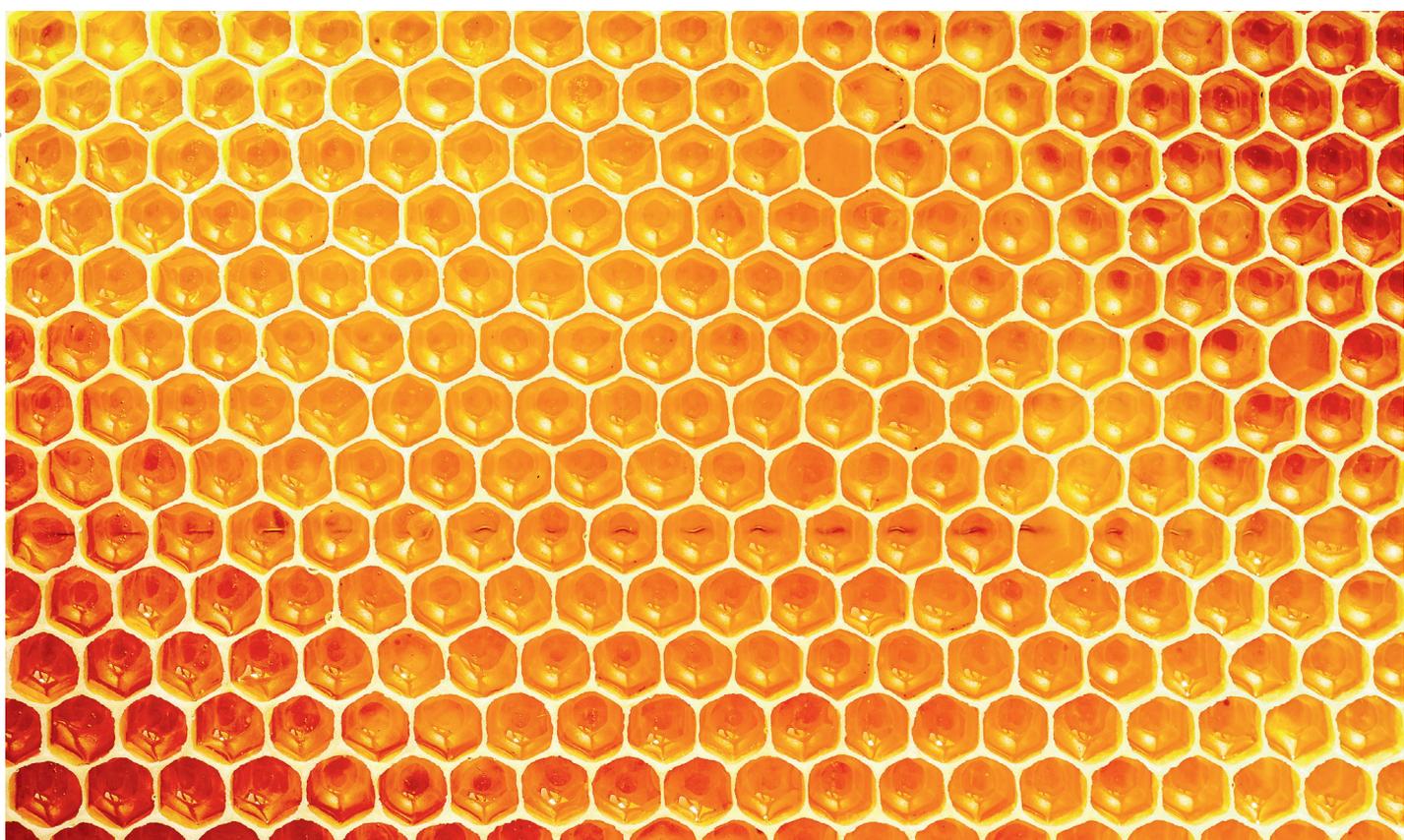
Zugang zu einer
neuen Generation
an Effektpigmenten

MICHAEL GRÜNER, THOMAS SCHNEIDER,
RALPH SCHNEIDER UND GÜNTER KAUPP, ECKART

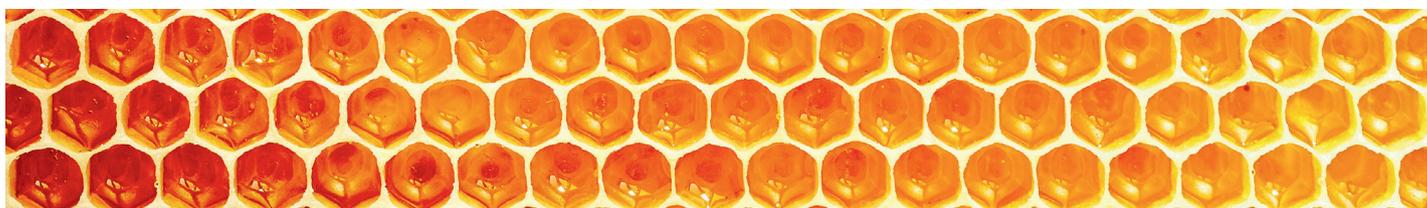


Kleine Hohlräume mit großem Effekt

Quelle: exclusive-design - stock.adobe.com



EFFEKTPIGMENTE // EINE NEUE KLASSE VON PERLGLANZPIGMENTEN VERLEIHT DEUTLICH MEHR FARBINTENSITÄT, SPARKLE UND GLANZ. DIE OBERFLÄCHE PLÄTTCHENFÖRMIGER SUBSTRATE IST DABEI VON EINER SCHICHT AUS NANKAVITÄTEN MIT SEHR NIEDRIGEM EFFEKTIVEM BRECHUNGSINDEX UMGEBEN.



Michael Grüner, Thomas Schneider, Ralph Schneider und Günter Kaupp, Eckart

Perlglanzpigmente haben eine lange Geschichte auf dem Markt der Effektpigmente und sind in Beschichtungen, Druckfarben, Kunststoffen sowie kosmetischen Anwendungen sehr gut etabliert. Eine Übersicht findet sich in [1]. Herkömmliche Perlglanzpigmente bestehen aus einem transparenten, plättchenartigen Substrat, vorzugsweise mit einem niedrigen Brechungsindex, das mit mindestens einem Material mit hohem Brechungsindex beschichtet ist. Typische Substrate mit niedrigem Brechungsindex sind beispielsweise Glimmer, synthetischer Glimmer, Aluminiumoxid, Glas und Siliciumdioxid. Als Materialien mit hohem Brechungsindex für die umgebende Beschichtung kommen insbesondere Titandioxid, Eisenoxide, Zinnoxid und Mischungen daraus in Frage [2]. Ebenso kann diese Beschichtung aus mehreren alternierenden Schichten von Materialien mit hohem und niedrigem Brechungsindex bestehen, mit beispielsweise Aluminiumoxid, Siliciumoxid oder Siliciumoxid-Modifikationen als Zwischenschichten mit niedrigem Brechungsindex [3]. Mehrschichtige Perlglanzpigmente können im Vergleich zu einlagigen Produkten attraktivere und verbesserte Farbeigenschaften bieten, jedoch ist ihre Performance in Bezug auf Farbigkeit und Effekt sowie chemische Beständigkeit manchmal begrenzt.

Ein neues strukturelles Element

Neu in der Welt der Perlglanz-Effektpigmente sind Spacer-Produkte. Sie haben eine ähnliche Zusammensetzung wie herkömmliche Perlglanzpigmente mit einem transparenten, plättchenartigen Substrat mit niedrigem Brechungsindex, das mit Metalloxiden mit hohem Brechungsindex beschichtet ist. Im Gegensatz dazu weisen diese neuen Perlglanzpigmente jedoch ein einzigartiges Strukturelement auf, das als Schicht aus Nanokavitäten, genannt Spacer (*Abb. 1*), beschrieben werden kann.

Die REM-Querschnittsbilder in *Abb. 2* zeigen Beispiele für Perlglanzpigmente mit dem neuen strukturellen Element. Die Schicht aus einzelnen, sich wiederholenden Nanokavitäten umgibt das komplette Pigment exakt parallel zur Substratoberfläche. Damit bietet diese neue Schicht ideale Voraussetzungen für die orientierte Wechselwirkung mit Licht. Das REM-Querschnittsbild *Abb. 2b* vermittelt einen fast dreidimensionalen Eindruck, bei dem nicht nur die Schichtfolge von innerer Metalloxidschicht, Spacer und äußerer Metalloxidschicht betrachtet werden kann,

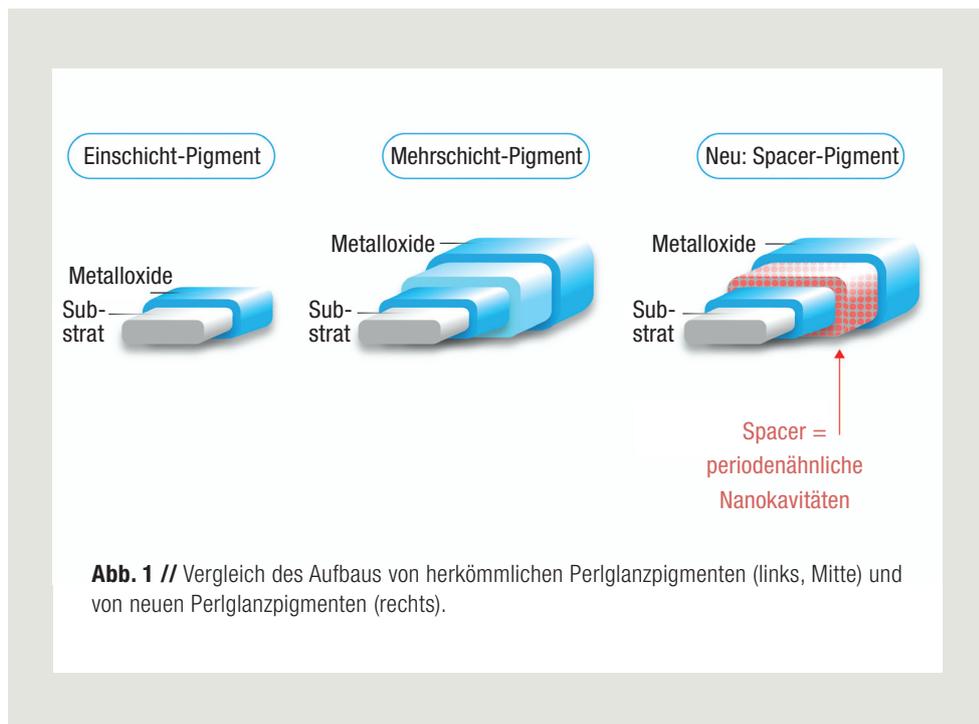


Abb. 1 // Vergleich des Aufbaus von herkömmlichen Perlglanzpigmenten (links, Mitte) und von neuen Perlglanzpigmenten (rechts).

sondern auch ein Teil der Oberfläche und Oberflächenmorphologie der äußeren Metalloxidschicht. Die Dimensionen der Nanohohlräume können in einem Bereich von 2 bis 119 nm liegen mit typischen Werten zwischen 18 und 53 nm (*Abb. 2a*).

Auch detaillierte REM-EDX-Studien (Rasterelektronenmikroskopie mit energiedispersiver Röntgenspektroskopie) entlang des Querschnitts des Pigments belegen eindeutig diesen Aufbau des neuen strukturellen Elements (*Abb. 3*). Am bemerkenswertesten ist der Sauerstoffscan (blaue Linie). Die Werte beruhen auf den im Substrat enthaltenen Metalloxiden sowie der äußeren Metalloxidbeschichtung. Der Abfall der blauen Linie auf beiden Seiten des Pigments ist ein deutlicher Hinweis auf die fast leere, sauerstofffreie strukturelle Schicht. Die Metallscans M1 und M2 (gelbe und pinkfarbene Linien) zeigen ei-

nen weniger ausgeprägten Intensitätsabfall, dessen Ausmaß von der Menge an Metalloxid in den Lagen der Beschichtung abhängt. Das Substrat, das hauptsächlich aus Siliciumoxid besteht, wird durch den orangefarbenen Scan repräsentiert. Andere Elemente sind im Bereich des Intensitätsabfalls praktisch nicht vorhanden.

Die Ergebnisse bestätigen das einzigartige neue Strukturelement innerhalb der regulären Metalloxidbeschichtung. Vergleichbare Ergebnisse wurden auch durch separate RTEM-EDX-Analysen (Rastertransmissionselektronenmikroskopie) erzielt [4].

Neue strukturelle Schicht mit niedrigem Brechungsindex

Als Faustregel für die Wechselwirkung von Licht mit dünnen Schichten gilt: Je höher

Ergebnisse auf einen Blick

- Eine neue Generation von Perlglanzpigmenten bietet signifikante Steigerungen von Farbkraft, Glitzereffekt und Glanz sowie der Beständigkeit.
- Der Spacer, ein einzigartiges Strukturelement aus Nanokavitäten mit niedrigem effektiven Brechungsindex, spielt eine Schlüsselrolle für die ausgezeichnete optische Performance.
- Die neue Technik liefert Pigmente in allen Regenbogenfarben und ist universell einsetzbar.

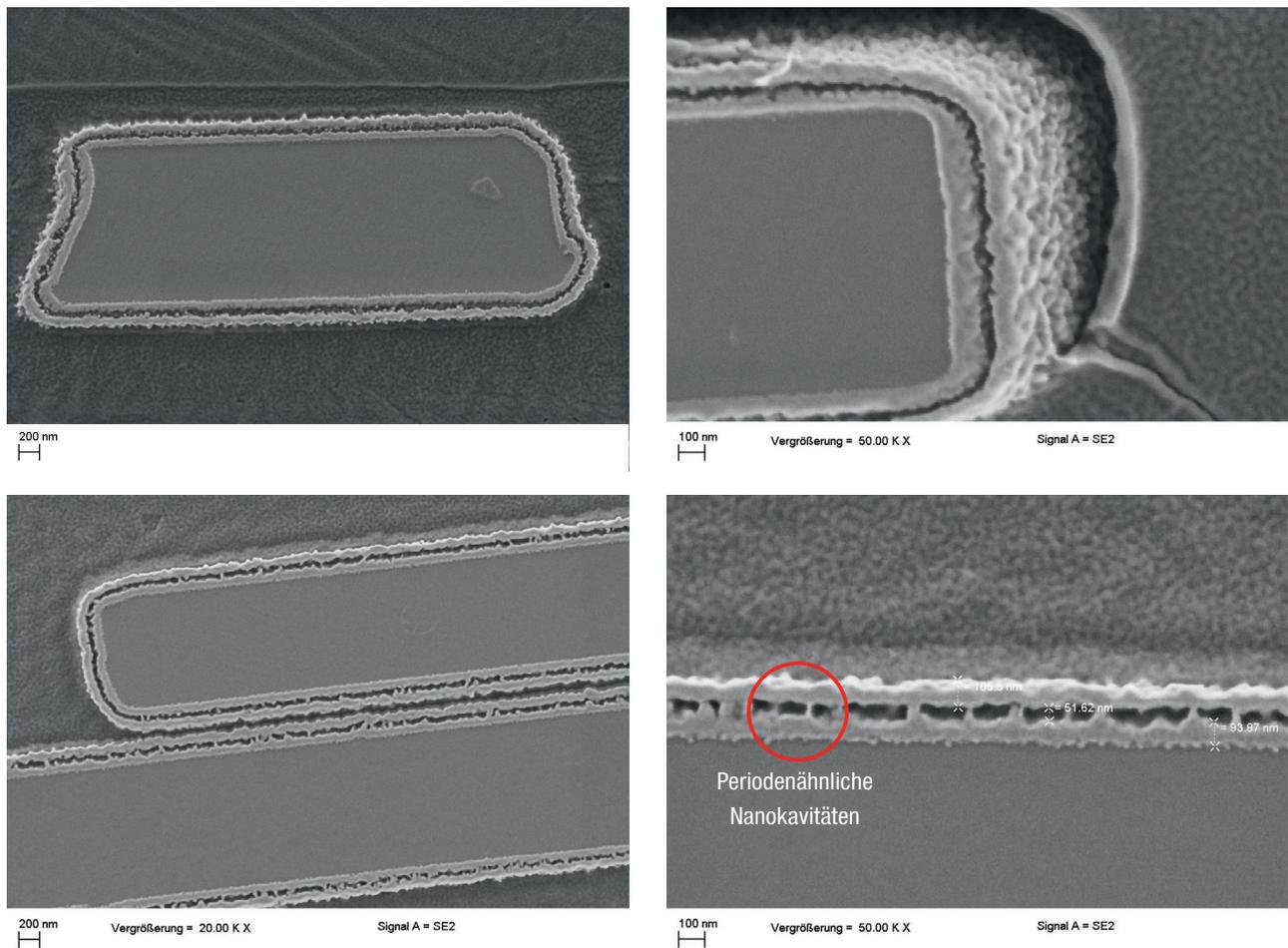


Abb. 2 // REM-Querschnittsbilder der Perlglanzpigmente des neuen strukturellen Typs.

die Differenz der Brechungsindizes zwischen Substrat und hochbrechendem Metalloxid bzw. intermediärer niedrigbrechender Schicht und hochbrechendem Metalloxid, desto besser und intensiver sind der optische Effekt und der Farbeindruck. Ausführliche Erläuterungen der entsprechenden physikalischen Gesetze finden sich in [5].

Das vereinfachte Reflexionsmodell in Abb. 4 zeigt das Verhalten von einfallendem Licht an den Grenzflächen zwischen Materialien mit niedrigem Brechungsindex n_1 und hohem Brechungsindex n_2 . An jeder Grenzschicht wird das Licht in reflektierte und transmittierte Anteile geteilt. Schließlich definieren alle rekombinierten Teile des reflektierten Lichts (R_1 , R_2 usw.) die Interferenzfarbe, während alle rekombinierten Teile des Durchlichts (T_1 , T_2 usw.) die Transmissionsfarbe bestimmen. Für jede Wellenlänge gibt es eine optimale Be-

dingung für maximale Reflexion, die durch die gegebenen Formeln definiert ist und nur von den Materialkonstanten n_1 und n_2 sowie dem physikalischen Abstand d abhängt. In anderen Worten: Die optimale Reflexion einer bestimmten Interferenzfarbe wird verbessert, je höher die Differenz der Brechungsindizes n_1 und n_2 ist bzw. je niedriger bei einem gegebenen n_2 der Brechungsindex n_1 ist. Dementsprechend spielen in der neuen Effektpigmentklasse die neue strukturelle Schicht und ihr effektiver niedriger Brechungsindex die Schlüsselrolle. Im Allgemeinen ähnelt die Struktur der Spacer-Schicht einem Schaum: Große Hohlräume, die fast vollständig frei von festem Material und nur mit Gas gefüllt sind, werden von sehr dünnen Wänden aus tragendem Material umgeben. Das optische Verhalten dieser Schicht wird daher überwiegend von den Hohlräumen dominiert.

Ein höheres Reflexionsvermögen

Obwohl der Brechungsindex von Nanoschichten nicht direkt gemessen werden kann, ist davon auszugehen, dass der Brechungsindex dieses neuen strukturellen Elements sehr niedrig sein muss, sonst könnten die optischen Eigenschaften nicht erklärt werden. Theoretische Berechnungen deuten darauf hin, dass der Brechungsindex der strukturellen Einheit deutlich unter 1,3 liegt. Folglich werden die Reflektivität und die Farbintensität stark zunehmen, da der Reflexionsindex der inneren Grenzen zwischen Hohlräumen und Material mit hohem Brechungsindex höher ist als bei herkömmlichen Perlglanzpigmenten mit Metalloxiden auf Basis von Materialien mit hohem und niedrigem Brechungsindex. Im Vergleich zu einer Siliciumoxid-Schicht mit niedrigem Brechungsindex beispielsweise

se wird die Erhöhung der Reflektivität durch die neue strukturelle Schicht auf etwa 10 bis 30% geschätzt.

Alle Regenbogenfarben

Generell lassen sich mit Perlglanzpigmenten des neuen Struktur-Typs alle Farben des Regenbogens realisieren, so wie bei herkömmlichen Perlglanzpigmenten auch. Alle regulatorisch unbedenklichen Materialien können verwendet werden, um entsprechende strukturelle -Produkte zu erzeugen.

Einerseits eignen sich alle typischen plättchenartigen Substrate, wie natürliche und synthetische Glimmer-, Glas-, SiO₂- oder Aluminiumoxid-Plättchen. Andererseits sind auch alle Metalloxide mit einem hohen Brechungsindex >1,8 geeignet. Diese können entweder transparent oder halbtransparent und teilweise undurchsichtig sein. Am günstigsten sind Oxide der Metalle Ti, Fe, Sn, Mn, Zr und Zn.

Die sorgfältige Auswahl und Kombination von Metalloxydtypen und deren Schichtdicken ist der Schlüssel, um ein neues strukturelles Element mit den gewünschten optischen Eigenschaften zu erzeugen, die die Reflexion sowie die Absorptionsfarbe definieren. Auf Basis der neuen patentierten Effektpigment-Klasse können spezielle Produktdesigns mit überlegenen oder neuartigen optischen Eigenschaftskombinationen entworfen werden.

Hohes Chroma

Besonders bemerkenswert beim Farbeindruck der neuen Pigmentklasse ist das zusätzliche Merkmal der Absorptionsfarbe, die so gestaltet werden kann, dass sie die entsprechende Reflexionsfarbe noch weiter verstärkt. So lassen sich neuartige Perlglanzpigmente mit hoher Farbintensität erzeugen. Beispiele für die hervorragenden optischen Eigenschaften dieser neuen Effektpigmentklasse sind in *Abb. 5 und 6* dargestellt. Im Vergleich zu den herkömmlichen Perlglanzpigmenten (in *Abb. 5* mit „Δ“ gekennzeichnet) fällt sofort der deutlich erweiterte Farbraum auf, den die neuen Produkte einnehmen (in *Abb. 5* mit „O“ gekennzeichnet). Die geraden Farblinien der neuen Produkte sind in Richtung höherer Farbintensität verlängert und haben 30 bis 60% höhere Farbmaxima als konventionelle Pigmente.

Dieses geradlinige Farbverhalten bestätigt den visuellen Eindruck. Mit einer Änderung des Betrachtungswinkels zum Glanzwinkel (15°) steigt die Farbkraft, ohne jedoch den Farbton bzw. den Farbwinkel merklich zu verändern. Im Gegensatz zu herkömmlichen Interferenzpigmenten kombinieren die neuen Produkte intensive Interferenzfarben mit der

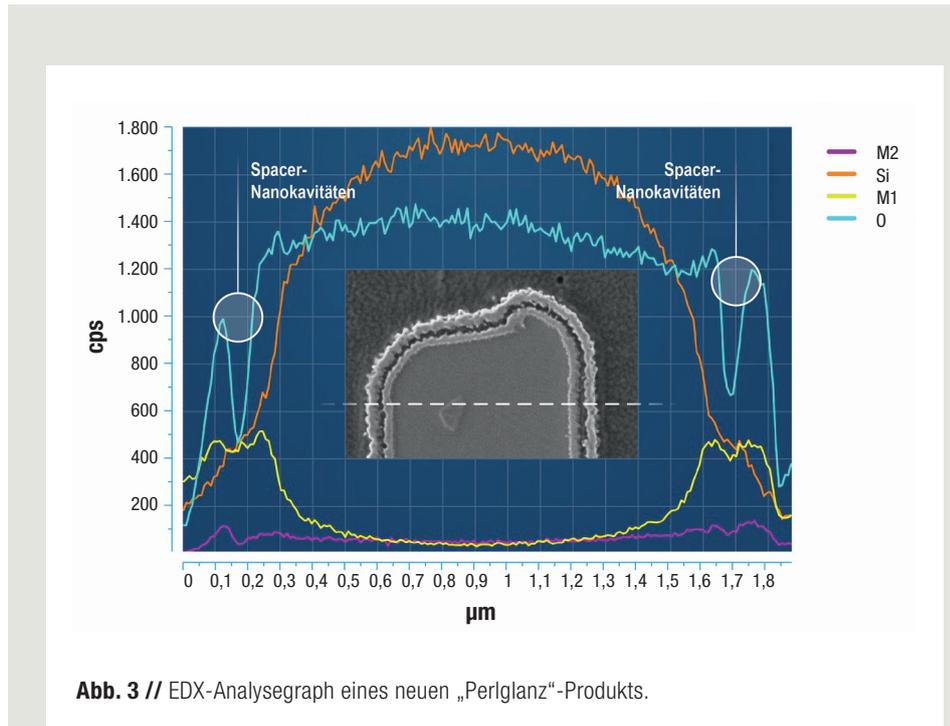


Abb. 3 // EDX-Analysegraph eines neuen „Perlglanz“-Produkts.

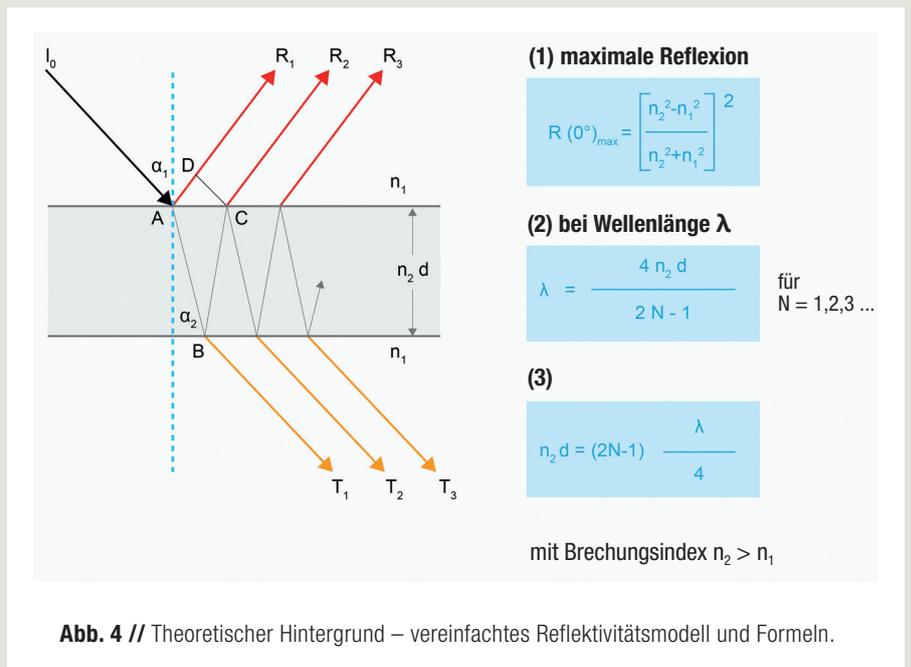


Abb. 4 // Theoretischer Hintergrund – vereinfachtes Reflektivitätsmodell und Formeln.

entsprechenden Absorptionsfarbe, die auch mit einer hohen Opazität einhergeht. Zum Beispiel kombiniert ein neues Gold auf Basis von synthetischem Glimmer die goldene Reflexionsfarbe mit der goldgelben Absorptionsfarbe, so dass sich ein satt-goldener Eindruck fast über den gesamten Winkelbereich der Betrachtung von 15 bis 110° ergibt. In *Abb. 6* sind neue Produkte auf Basis von synthetischem Glimmer in Gold, Orange und Rot mit Chroma- und Glitzerwerten dargestellt, die mit dem Mehrwinkel-Spektrofotometer „Byk mac i“ bei 15° gemessen wurden.

Blau mit Anti-Fading-Effekt

Jüngstes Produkt ist das hochchromatische „Sapphire Blue“. Es wurde entwickelt, um eine starke Blauinterferenzreflexion und eine einzigartige dunkelblaue, opake Absorptionsfarbe mit einem besonderen Hell-Dunkel-Flop-Verhalten zu erzeugen. Neben der herausragenden optischen Performance bietet eine solche Kombination einen einzigartigen Anti-Fading-Effekt (s. *Abb. 7 und 8*). Während herkömmliche Interferenzblau-Effektpigmente bei höheren Beobachtungswinkeln meist ein

deutliches Fading und einen blassen Farbeindruck zeigen, liefert das neue hochchromatische Pigment einen intensiven Blauereffekt über nahezu die gesamte Winkelbereichsbetrachtung, welcher besonders tiefe, dunkelblaue Formulierungen mit starkem Hell-Dunkel-Flop-Verhalten ermöglicht (Abb. 7).

Im Vergleich zu anderen blauen Interferenz-Perlglanzpigmenten zeigt das neue hochchromatische Pigment einen hohen Flop-Wert von 20,8 (gegenüber 12,3 bzw. 13,1 der anderen Proben) und nur einer recht geringen Helligkeit bei 110° von 8,1 (gegenüber 26,4 bzw. 20,6), wobei es immer noch ein ausge-

zeichnetes, intensiv blaues Chroma bei 15° aufweist (Abb. 8).

Dies zeigt sich vor allem beim Vergleich von Beschichtungsapplikationen auf gebogenen Lackpanels: Unabhängig von Betrachtungswinkel und einfallender Beleuchtungsquelle weist das hochchromatische Pigment ein intensives Blau und den höchsten Glanzeindruck auf.

Höhere Stabilität

Neben der herausragenden Optik bietet die neue Pigmentklasse auch eine sehr hohe Stabilität, die in vielen Fällen sogar die früherer High-Performer in der Branche übertrifft. Dazu zählen:

- chemische Stabilität gegenüber aggressiven Medien, Basen oder Säuren
- Stabilität in wasser-, lösungsmittel- sowie pulverbasierten Systemen
- UV-Beständigkeit in Outdoor-Anwendungen
- verbesserte mechanische bzw. Scherstabilität

Daraus ergibt sich eine universelle Einsetzbarkeit in grundsätzlich allen relevanten Applikationssystemen und Formulierungen.

Literatur

[1] Pfaff, G. et.al.; Special Effect Pigments, Vincentz, Network GmbH & Co. KG, Hannover 2008
 [2] a) Maille, F.J.; Pfaff, G.; Reynders, P.; Effect pigments - past, present and future, Progress in Organic Coatings 54 (2005) 150–163, b) Shiomi H.; Misaki E.; Adachi M.; Suzuki F.; High chroma pearlescent pigments designed by optical simulation, Journal of Coatings Technology and Research 5 (2008) 455–464, c) Schmidt, C.; Petsitis, X.; Interference Effect Pigments - New Technologies in Cosmetic Products, SOFW-Journal 1-2 (2010) 41-48
 [3] a) Du H.; Liu C.; Sun J.; Chen Q.; An investigation of angle-dependent optical properties of multi-layer structure pigments formed by metal-oxide-coated mica, Powder Technology 185 (2008) 291-296, b) Maille, F.J.; Reynders, P.; Substrates for pearlescent pigments, Eur. Coat. J., 4 (2003) 124-129
 [4] Thieme K.; Berthold L.; Patzig C; Den Pigmenten auf der Spur, Farbe und Lack 5 (2022) 20-26
 [5] a) Pfaff, G.; Reynders, P., Angle-Dependent Optical Effects Deriving from Submicron Structures of Films and Pigments, Chem. Rev. 99 (1999) 1963–1981, b) Jones S.A., Basic optics of effect materials, J. Cosmet. Sci. 61, (2010) 85-105

Kontakt // verena.lederer@altana.com

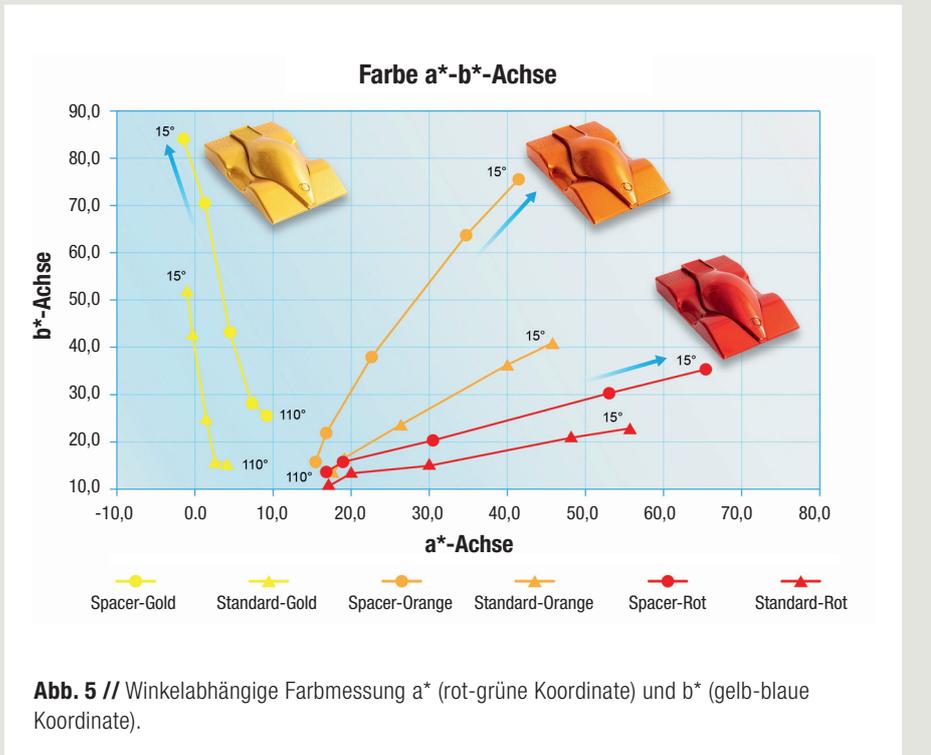


Abb. 5 // Winkelabhängige Farbmessung a* (rot-grüne Koordinate) und b* (gelb-blaue Koordinate).

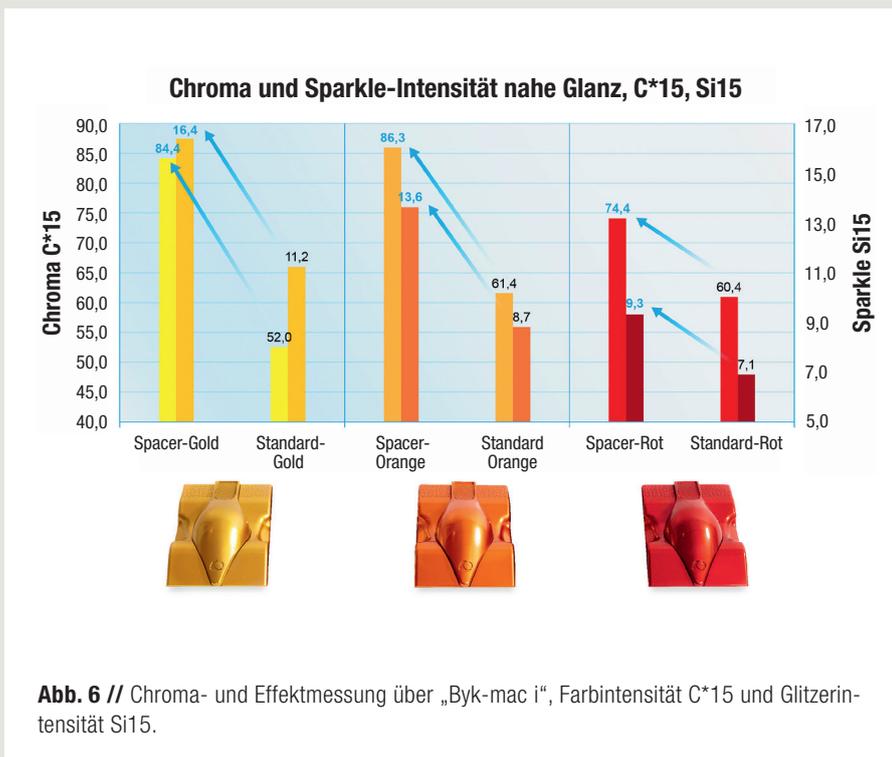


Abb. 6 // Chroma- und Effektmessung über „Byk-mac i“, Farbintensität C*15 und Glitzerintensität Si15.

DR. GUENTER KAUPP

promovierte 1993 in Metallorganischer Chemie an der Julius-Maximilians-Universität in Würzburg. Im Rahmen seines beruflichen Werdegangs bei Eckart hatte er verschiedene Positionen in F&E, im Produktmanagement und im Marketing inne. Seit 2013 ist er globaler Leiter der F&E Neue Kompetenzfelder und verantwortlich für die Entwicklung mineralischer Effektpigmente sowie für Spezialgebiete in Metallurgie und neuen Legierungen.



MICHAEL GRÜNER

ist seit 1991 bei Eckart tätig. Nach seiner Ausbildung zum Chemielaboranten und Chemieingenieur übernahm er 2002 die Projektleitung in der Forschung und Entwicklung von Metalleffektpigmenten. Seit 2007 ist er Leiter der Forschung und Entwicklung von Effektpigmenten auf mineralischer Basis mit dem Schwerpunkt Automobilanwendungen.



THOMAS SCHNEIDER

arbeitet seit 2001 bei Eckart. Während seiner Tätigkeit in der Forschung und Entwicklung von Effektpigmenten auf mineralischer Basis qualifizierte er sich als Chemieingenieur weiter und wurde zum Experten für Automobillackanwendungen. Im Jahr 2013 übernahm er die Position des Leiters Produktbeurteilung Fahrzeuglacke und ist verantwortlich für alle anwendungstechnischen Prüfungen von Flüssiglacken und Beschichtungen.



RALPH SCHNEIDER

studierte Physik an der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig und kam 1995 zu Eckart. Nach verschiedenen Stationen in der Verfahrenstechnik und Forschung baute er das physikalische Analytiklabor von Eckart auf. Als Leiter der physikalischen Analytik ist er für die Unterstützung von Forschung und Produktion mit entsprechenden Prüfmethoden verantwortlich.



Mehr zum Thema!



93 Ergebnisse für Effektpigmente!
Jetzt testen: www.farbeundlack.de/360

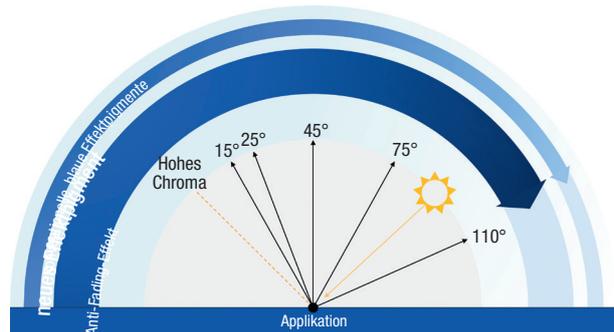


Abb. 7 // Winkelmessmodell für Anti-Fading-Effekt und lackierte Panels.

Chroma nahe Glanz (C*15°), Helligkeit (L*110°) und Flop-Effekt

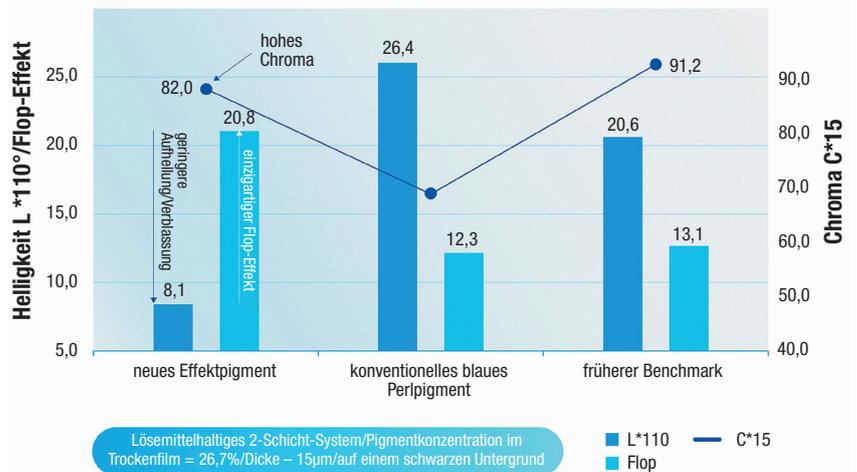


Abb. 8 // Messung der Helligkeit L*110°, Flop und Chroma C*15 von Sapphire Blue.