

Edel und anhaltend innovativ

Perlglanzpigmente als Spezialfall unter den anorganischen Pigmenten

Anorganische Pigmente sind farbgebende Substanzen, deren Wirkung auf physikalischen Gesetzen wie Lichtabsorption, -streuung oder -reflexion beruht. Generell unterscheidet man die Pigmentklassen Weiß-, Bunt- und Schwarzpigmente, Metalleffektpigmente und spezielle Effektpigmente. Im vorliegenden Artikel soll der Fokus auf die Perlglanz- / Interferenzpigmente gelegt und auf diese wichtigste Untergruppe der speziellen Effektpigmente näher eingegangen werden.

Die ersten von der Menschheit genutzten anorganischen Pigmente leiteten sich oftmals aus natürlichen farbigen Mineralien, Erden und Halbedelsteinen in der Natur her. So fand sich z.B. Ultramarinblau bereits im alten Ägypten. Es war u.a. für die Anwendung als Lidschatten sehr begehrt und wurde aus dem blauen Halbedelstein Lapislazuli durch aufwendiges mehrmaliges Mahlen und Sieben gewonnen. Damals konnten sich nur Könige und sehr reiche Kaufleute dieses Pigment leisten. Selbst zu Zeiten eines Albrecht Dürer wurde dieses Pigment noch nahezu mit Gold aufgewogen! Deutlich günstiger waren seit jeher die vielen verschiedenen Eisenoxid-basierenden Pigmente (Ocker, Umbra, Terra di Siena). Diese Eisenoxide zählen zu den ältesten, von der Menschheit genutzten Pigmenten überhaupt (17.000 Jahre



Dr. Carsten Handrosch,
Gruppenleiter in der
Pigmentforschung,
Merck

alte Höhlenmalereien von Lascaux). In der Natur kommen sie – je nach Zusammensetzung und Oxidationsgrad der Eisen-Ionen – in praktisch allen Farbnuancen von ockergelb über orange, rot, braun bis schwarz vor. Zwar wurden mit z.B. „Ägyptisch Blau“ (Calcium-Kupfer-Silikat) oder „Bleiweiß“ (basisches Bleicarbonat) bereits im alten Ägypten bzw. im antiken Rom/Griechenland vor mehreren Tausend Jahren Pigmente erstmals synthetisch hergestellt. Von Anfang des 18. Jahrhunderts bis hinein ins frühe 20. Jahrhundert wurde jedoch die überwiegende Mehrzahl



Verschiedene
Perlglanzpigment-Pulver

der heute bekannten, künstlichen anorganischen Pigmente erfunden, welche wegen ihrer besseren Eigenschaften und der niedrigeren Kosten schnell an Bedeutung in der breiten Anwendung gewannen. So standen Vincent Van Gogh 1888 bei seinem berühmten „Selbstportrait“ bereits fast alle heute bekannten synthetischen Pigmente wie z.B. Berliner Blau, Chromoxidgrün, (synthetisches) Ultramarinblau und Bleichromate zur Verfügung.

Exoten unter den Pigmenten

Im Vergleich zu den bisher aufgeführten anorganischen Pigmenten sind Perlglanzpigmente gleich in mehrerlei Hinsicht Ausnahmen. Zum einen stellen sie mit die jüngste Pigmentgruppe dar, wurden sie doch erst in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts erstmals synthetisiert. Zudem beruht der Farbeffekt nicht wie bei den bisher genannten Pigmenten auf der Absorption von Licht, sondern auf dem physikalischen Phänomen der Interferenz, welche in dem speziellen Aufbau dieser Pigmente begründet liegt. Es handelt sich nämlich um Verbundmaterialien, welche auf einem zen-

tralen plättchenförmigen Trägermaterial, dem Substrat, aufbauen, das zwiebelschalenförmig von einer oder mehreren Metalloxid-Schichten (z.B. TiO_2 oder Fe_2O_3) umhüllt ist. Schließlich machen sie, bezogen auf das weltweite Produktionsvolumen, unter den anorganischen Pigmenten (im Vergleich zu z.B. Titandioxid oder Eisenoxid-Pigmenten) nur einen sehr kleinen Anteil aus.

Perlglanzpigmente im Alltag

Perlglanz- bzw. Interferenzpigmente begegnen uns im Alltag relativ häufig dort, wo man Oberflächen hochwertig und edel erscheinen lassen möchte. Als Beispiele wären zu nennen: Metallic-Lackierungen bei Automobilen, hochwertige Verpackungen aus Karton oder Kunststoff von z.B. Luxusgütern wie Kosmetika, Champagner oder Pralinen. In den Kosmetika werden Perlglanzpigmente zudem nicht nur in der Verpackung eingesetzt, sondern finden sich auch im Nagellack, Lippenstift und Lidschatten. Auch in die Lebensmittelindustrie haben Perlglanzpigmente mittlerweile Einzug gehalten.

Besondere Farbeffekte

Der Name deutet es bereits an: Perlglanzpigmente wurden entwickelt, um den geheimnisvollen Glanz von Perlen, der aus der Tiefe zu kommen scheint, zu imitieren. Die ersten Perlglanzpigmente waren folgerichtig silbrig-weiß. Diese wurden zunächst ergänzt durch die hochtransparenten sog. TiO_2 -Interferenzfarben, welche farblich das gesamte Spektrum des Regenbogens abdecken. Kurz darauf ersetzte man dann die bisher verwendete Titandioxid-Schicht durch eine Eisenoxid-Schicht und erschloss sich so metallisch scheinende, deckende Bronze, Kupfer und Rottöne. Die Entwicklung ging aber über die Jahrzehnte kontinuierlich weiter

und so wurden über Kombinationen von verschiedenen Metalloxiden, dem Einsatz von Mischoxiden oder speziellen Glühbedingungen auch Pigmente zugänglich, welche z.B. den schwarzgrauen Farbton einer schwarzen Perle aufweisen, die die Farbe von Gold täuschend echt nachstellen können oder ein kräftiges, brillantes Rotpigment darstellen (Abb. 1). Inzwischen gibt es sogar Perlglanzpigmente, welche einen sog. Farb-flop zeigen, d.h. abhängig vom Betrachtungswinkel verschiedene Farbtöne hervorbringen. Schließlich kann man noch verschiedene Schichten eines Absorptivpigmentes oder Farbstoffes aufbringen. Als Beispiele sind in Tab.1 das Berliner Blau und Carminrot (ein organischer Farbstoff) aufgeführt. Solche Perlglanzpigmente sind quasi das Verbindungsglied zwischen Perlglanz- und Absorptivpigmenten, da sie beide Farbentstehungsphänomene – Interferenz und Absorption von Licht – in sich vereinen. Der ursprüngliche Anspruch, das Erscheinungsbild der natürlichen Perle nachzustellen, ist somit inzwischen bei Weitem übertroffen. Tatsächlich gelang es mit dieser kleinen Pigmentgruppe seit ihrer Entdeckung, die Welt der Farbeindrücke in den Anwendungen Lack, Kunststoff, Druck und Kosmetik enorm zu erweitern.

Große Bandbreite der Farbeffekte

Wie bereits gesagt sind alle Perlglanzpigmente Komposit-Materialien, welche aus mehreren verschiedenen Substanzen – in der Regel Metalloxiden – zusammengesetzt sind. Bei Perlglanzpigmenten bringt man auf das optisch niedrigbrechende, plättchenförmige Substrat optisch hochbrechende Schichten (z.B. TiO_2 und/oder Fe_2O_3) auf. Damit ist die Voraussetzung gegeben, dass der charakteristische irideszierende Effekt – die Interferenzfarbe – entsteht. Interferenzfarben können

nämlich immer dann beobachtet werden, wenn eine alternierende, semitransparente Schichtfolge aus Materialien mit ausreichend unterschiedlicher Brechzahl vorliegt. Dabei ist es physikalisch erst einmal irrelevant, wie sich das Trägermaterial und die hochbrechenden Schichten chemisch zusammensetzen bzw. wie viele alternierende Schichtfolgen vorliegen. So gibt es mittlerweile sog. Multilayer-Pigmente mit z.B. drei alternierenden Schichtfolgen auf dem Substrat, welche aus vier verschiedenen Metalloxiden aufgebaut sind. Bei den ersten Perlglanzpigmenten war ausschließlich Muskovit-Glimmer als Substrat im Einsatz. Auch wenn dieses traditionelle Substrat heute noch am weitesten verbreitet ist, so haben sich doch mittlerweile auch andere Trägermaterialien wie synthetischer Glimmer oder Korund-Plättchen als sehr geeignet erwiesen. Bei den hochbrechenden Schichten ist man natürlich auch nicht nur auf das bisher erwähnte TiO_2 und Fe_2O_3 begrenzt. Kombiniert man TiO_2 - und Fe_2O_3 -Schichten miteinander, so kann man z.B. zu einer goldfarbenen Interferenzfarbe noch eine gelbe Absorptionsfarbe, die von der Eisenoxid-Schicht beigesteuert wird, hinzufügen. Bedenkt man jetzt noch, dass die Größe und Transparenz der Substratpartikel sowie die Zusammensetzung und Oberflächeneigenschaften der Metalloxidbeschichtung (rau oder glatt) stark das Erscheinungsbild des Pigments bzgl. Glanz (seidenmatt bis hochglänzend) und Glitzern (wenig bis stark glitzernd) bestimmen, so stehen dem Pigmentchemiker eine Vielzahl von Einflussparametern zur Verfügung. Diese ermöglichen es ihm, wie in einem Baukastensystem, gezielt immer wieder neue Farbeffekte zu kreieren (s. Tab. 1). Es bleibt spannend in dieser kleinen Pigmentgruppe der Perlglanzpigmente.

Dr. Carsten Handrosch,
Gruppenleiter in der
Pigmentforschung, Merck

Tab. 1: „Baukasten-System“ der Perlglanzpigmente

Substrat	Optisch hochbrechende Schicht	Optisch niedrigbrechende Schicht
Muskovit-Glimmer	TiO_2	SiO_2
synthetischer Glimmer (Fluorphlogopit)	FeOOH	Al_2O_3
SiO_2	Fe_2O_3	MgSiO_3
Al_2O_3	Fe_3O_4	MgF_2
Glas	Cr_2O_3	Berliner Blau*
	SnO_2	Carminrot (organ. Farbstoff)*

*ausschließlich zum Hinzufügen von zusätzlicher Absorptionsfarbe



Abb. 1: Lippenstift mit rotem Perlglanzpigment

Pigmente – aktueller Stand und neue Entwicklungen

3. – 6. November 2014, Darmstadt · GDCh-Kurs: 001/14 · Leitung: Dr. Carsten Handrosch

Weitere Informationen und Anmeldung über:
Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), Fortbildung
Tel.: +49 69 7917 291 oder +49 69 7917 364
fb@gdch.de
www.gdch.de/fortbildung

Kontakt:

Dr. Carsten Handrosch
Merck KGaA, Darmstadt
Tel.: +49 6151 72 2501
carsten.handrosch@merckgroup.com
www.merckgroup.com

BUSINESSPARTNER CHEManager

ANLAGENBAU, -PLANUNG



Beraten.
Planen.
Bauen.

Sie wollen eine „Facility of the Future“? Dann kommen Sie zu uns.

Unsere intelligente Planung legt den Grundstein für effiziente Betriebe in der Biotechnologie, Pharma- und Halbleiterindustrie.

HWP



CHEMIKALIEN

DMSO – DIMETHYLSULFOXID
DIE UMWELTFREUNDLICHE
ALTERNATIVE ZUM ENTLACKEN
VON METALLEN

GB
CHEMIE

GB CHEMIE. DISTRIBUTION ERLEBEN.

TEL. +49 (0) 6159 91 61 0
WWW.GB-CHEMIE.COM

Ein Unternehmen der
HH HUGO HÄFFNER
GRUPPE

DIENSTLEISTUNGEN

Industrierversorgung

» schnell • flexibel • kompetent

chemfidence

Ein Unternehmen der solvadis Gruppe



chemfidence

» Der sichere Lieferant für Ihren Erfolg!

Hotline 069 305-5900

www.chemfidence.com