



**QUALITÄTSSICHERUNG
FÜR KUNSTSTOFFE**

Inhalt

Das objektive Auge für einheitliche Farbe und Appearance 2 - 3

THEORIE

Glanzmessung 4 - 5

Messung von Unifarben 6 - 7

Messung von Effektfarben 8 - 9

ANWENDUNG

Kunststoffrohmaterial 10 - 13

Automobil-Innenraum 14 - 17

Unterhaltungselektronik 18 - 19

Spitzgussverfahren 20 - 21

Extrusion 22 - 23

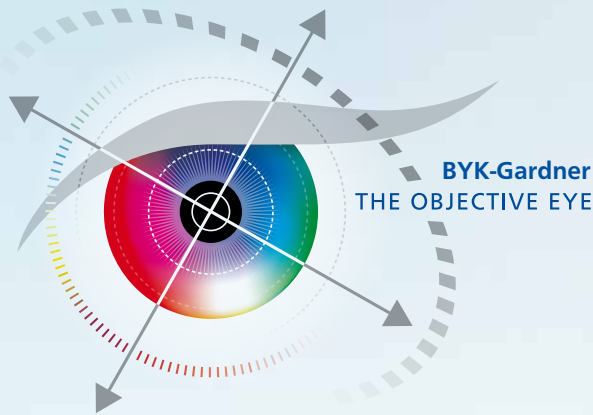
LÖSUNGEN FÜR KUNSTSTOFFTEILE 24 - 27

Das objektive Auge für einheitliche Farbe und Appearance

Kunststoffe haben unsere Welt revolutioniert! Koffer sind langlebig und flexibel zugleich; Fensterahmen brauchen keinen Neuanstrich mehr; atmungsaktive und zugleich wasserdichte Turnschuhe unterstützen Läufer Bestleistungen zu erbringen. Unsere Kaufentscheidung hängt jedoch nicht nur von funktionalen Kriterien ab, ebenso wichtig ist das Design des Produktes – Farbe und Glanz eingeschlossen!

Ein erfolgreiches Beispiel für „Farbe hilft zu verkaufen“ ist die Firma Apple. Apple hatte kontinuierlich Marktanteile verloren bis sie das Aussehen Ihrer iMac Computer revolutioniert haben. Der iMac war der erste „stylish“ PC in Bezug auf Design und Farbe. Mittlerweile haben Macs und alle anderen Apple Produkte den Ruf ein Statussymbol zu sein. Die Farbe und das Aussehen eines Produktes spielen bei den meisten Menschen eine zentrale Rolle im Kaufentscheidungsprozess. Völlig unerheblich, ob es um ein Auto oder den Einkauf im Lebensmittelgeschäft geht: 85 % aller Käufer geben Farbe als Hauptgrund dafür an, warum Sie sich für genau dieses Produkt entschieden haben.





Die Verwendung von markanten Farben zur Markenidentifikation ist überall zu beobachten. „Coca-Cola Rot“ ist wohl eines der bekanntesten Beispiele für die Verknüpfung einer Farbe mit einer Unternehmensidentität. Es ist daher selbstverständlich, dass mit der Unternehmensfarbe gewisse Qualitätsansprüche verknüpft sind. Eine einheitliche Farbe und Erscheinungsbild ist sowohl vor als auch nach dem Verkauf von entscheidender Bedeutung. Ebenso wichtig sind Zuverlässigkeit und Lebensdauer, um die Kundenzufriedenheit zu erhöhen und dadurch die Anzahl der Wiederholungskäufe zu erhöhen.

Die Qualität eines Mehrkomponenten-Produktes ist das Ergebnis der Zusammenarbeit vieler Partner entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Nur wenn alle Teile in Farbe und Glanz exakt zusammenpassen entsteht ein hochwertiges und harmonisches Gesamtbild, das dem Kunden einen Eindruck höchster Qualität vermittelt und somit eine Schlüsselrolle in der Kaufentscheidung spielt.

Die visuelle Beurteilung von Farbe wird stark von der individuellen Wahrnehmung des Beobachters (Stimmung, Alter, Geschlecht) sowie von äußeren Einflüssen wie Umgebungsfarbe und Beleuchtung beeinflusst. Eine Farbe sieht im Kaufhaus unter dem Licht von Leuchtstoffröhren anders aus, als zu Hause unter warmen Glühlampenlicht. Effektfarben ändern Ihre Erscheinung zusätzlich in Abhängigkeit der Tageslichtbedingungen, ob es zum Beispiel sonnig oder bewölkt ist. Um konstante Farbe und Appearance unter allen denkbaren Bedingungen zu gewährleisten ist es unerlässlich Spezifikationen an Hand von kundenrelevanten Toleranzen festzulegen. Diese sind nicht nur die Grundlage der täglichen Produktionskontrolle, sondern können in der gesamten Lieferkette vom Rohstoffhersteller bis zum Lieferanten des Endproduktes kommuniziert werden. Ein Produktionsprozess von qualitativ hochwertigen Produkten sollte generell immer von Zahlen und Fakten abhängen und nicht auf Emotionen basieren.

Einheitliche Farbe und Appearance verlangen ein OBJEKTIVES AUGES!

BYK-Gardner bietet umfassende Lösungen zur Qualitätskontrolle für Ihre Kunststoffprodukte.



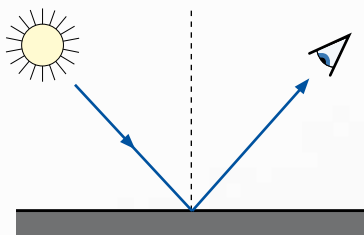
Glanzmessung

Bis vor kurzem assoziierte man Hochglanzoberflächen mit herausragender Qualität. Seit einiger Zeit ist eine Trendwende in die entgegengesetzte Richtung zu erkennen: matte, samtige Oberflächen werden modern. Wird sich dieser Trend fortsetzen? Entscheidend ist letztendlich, die Qualität und das einheitliche Erscheinungsbild des vom Kunden favorisierten Produkts sicher zu stellen.

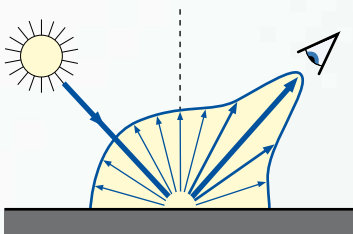


Glanzmessung

Glanz ist eine visuelle Wahrnehmung, die bei der Betrachtung von Oberflächen entsteht. Das einfallende Licht wird an der Oberfläche gerichtet reflektiert, d.h. nur in die Hauptreflexionsrichtung. Der Reflexionswinkel ist gleich dem Einstrahlwinkel. Die Glanzwahrnehmung ist umso ausgeprägter, je gerichteter das Licht reflektiert wird. Eine hochglänzende Oberfläche lässt das Produkt dunkler und glatt erscheinen.

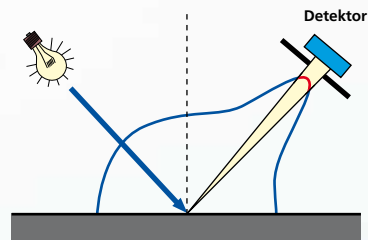


Matte Oberflächen beinhalten durch Mattierungsmittel erzeugte Mikrostrukturen, die das Licht diffus in allen Richtungen streuen. Je stärker das Licht in den Raum verteilt wird, umso geringer ist die Intensität der gerichteten Komponente und umso matter erscheint die Oberfläche.



Glanzmessgerät

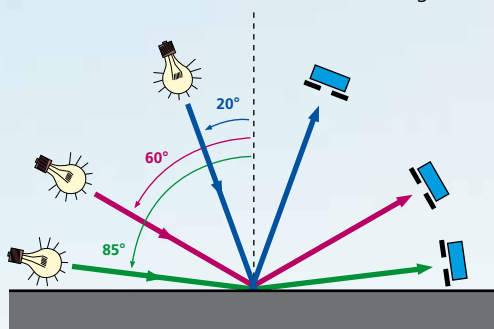
Internationale Normen legen die Bedingungen für die Messung der gerichteten Reflexion fest. Dazu wird die Intensität des reflektierten Lichtes in einem schmalen, durch die sog. Aperturblende eingegrenzten Winkelbereich gemessen.



Eine Lichtquelle, gefiltert für Tageslichtart CIE-C, liegt im Brennpunkt eines Kollimators, der die Probe gerichtet beleuchtet. Eine Rezeptorlinse fokussiert das reflektierte Licht in die Aperturblende, hinter der ein Photodetektor die Lichtmenge misst.

Die Intensität des reflektierten Lichtes hängt vom Material und dem Einstrahlwinkel ab. Die Messergebnisse werden auf die reflektierte Lichtmenge eines schwarzen, polierten Glasstandards mit definiertem Brechungsindex bezogen. Für diesen Standard wird ein Messwert von 100 Glanzeinheiten (GE) gesetzt. Bei Materialien mit höherem Brechungsindex kann der Messwert durchaus höher liegen.

Der Einstrahlwinkel übt einen besonders starken Einfluss aus. Um hochglänzende bis matte Oberflächen über den gesamten Glanzbereich voneinander klar unterscheiden zu können, wurden drei Geometrien d.h. drei Messbereiche genormt.

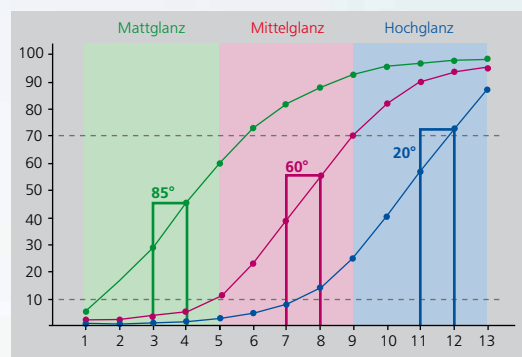


Wieso drei verschiedene Messbereiche?

Eine einzelne Geometrie wie 60° kann Abweichungen zwischen dem visuellen Eindruck und den Messergebnissen liefern, wenn Proben aus verschiedenen Glanzbereichen verglichen werden. Drei verschiedene Einstrahlwinkel 20°, 60° und 85° sind daher von den Normen vorgesehen, wobei die Aperturblende beim Detektor dem jeweiligen Glanzbereich entsprechend angepasst ist. Die Wahl des passenden Messwinkels hängt davon ab, ob eine generelle Aussage getroffen werden soll, oder ob eher hochglänzende oder matte Oberflächen zu vergleichen sind. Die 60°-Geometrie ist üblich bei Vergleichsmessungen und bei der Bestimmung der am besten geeigneten Geometrie. Die 20°-Geometrie ist vorteilhaft bei Proben mit 60°-Werten höher als 70 GE. Die 85°-Messgeometrie eignet sich am besten zum Vergleichen von matten Proben. Gewöhnlich wird sie bei Proben mit 60°-Werten niedriger als 10 GE verwendet.

Glanzgrad	60° Wert	Empfohlene Messgeometrie
Mittelglanz	10 bis 70	60° Geometrie
Hochglanz	> 70	20° Geometrie
Mattglanz	< 10	85° Geometrie

In dem folgendem Beispiel wurden 13 Proben visuell nach Glanzgrad von matt bis hochglänzend sortiert und mit den drei Normgeometrien gemessen. In den steilen Kurvenabschnitten werden die Unterschiede zwischen den Proben optimal differenziert, in den abgeflachten Kurvenabschnitten hingegen stimmt die Messgeometrie nicht mehr mit dem optischen Eindruck überein.



Referenz

- ISO 2813** Beschichtungsstoffe – Bestimmung des Glanzwertes unter 20°, 60° und 85°
- ASTM D523** Spiegelglanzmessung

micro-gloss

Die neue Intelligenz in der Glanzmessung

- Der unerreichte Industriestandard zur Glanzmessung
- Einwinkel- und Dreiwinkel Reflektometer für hochglänzende bis matte Oberflächen
- Autodiagnose für zuverlässige Kalibrierung im Kalibrierköcher
- Messfunktionen für jede Aufgabe: Statistik – Differenzmessung – Pass/Fail
- Dauermessung zur Bewertung großer Oberflächen
- Drahtloser Datentransfer



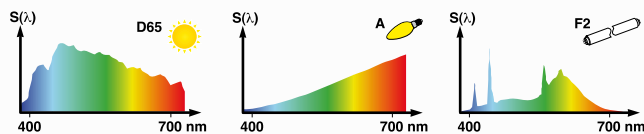
Farbmessung von Unifarben

„Sie können jede Farbe haben, solange es Schwarz ist“. Dies reicht längst nicht mehr aus! Wir bevorzugen es die Wahl zu haben und unsere Welt wird daher immer bunter. Die immense Farbvielfalt fordert uns heraus, ständig Entscheidungen zu treffen, welche die geeignete Farbe ist, sei es für ein spezielles Design oder für die Raumgestaltung. Genau deswegen müssen Hersteller exakt zwischen verschiedenen Farbnuancen unterscheiden können und das mit garantierter Farbkonstanz über Jahre.

Unsere Farbwahrnehmung ist immer subjektiv und wird beeinflusst durch unsere Stimmung, das Geschlecht und das Alter. Dazu kommen äußere Einflüsse wie Lichtquellen, Beleuchtungsstärke und Umgebungsfarbe. Desweiteren können wir keine Farben im Gedächtnis behalten oder wiedererkennen.

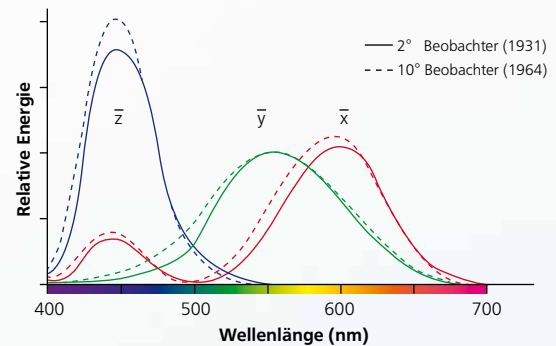
Genormte Beurteilungsbedingungen

Für eine kontrollierte visuelle und instrumentelle Beurteilung müssen die Lichtquelle, die Umgebungsbedingungen und der Beobachter definiert werden. Bei einer Lichtart z.B. Tageslicht können Farben gleich aussehen, sich bei einer anderen z.B. einer Leuchtstofflampe dagegen unterscheiden. Daher muss die Farbbewertung bei dieser Lichtart durchgeführt werden, bei der das Produkt verkauft oder genutzt wird. Die CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) hat die wichtigsten **Lichtarten** genormt.



ISO und ASTM Normen beschreiben die Umgebungsbedingungen wie das direkte Umfeld der Proben bei einer Farbbeurteilung und die nähere Umgebung, wenn der Beobachter zur Seite schaut. Die Wände von Lichtkabinen sollten z.B. der Farbe N5 – N7 aus dem Munsell-Farbsystem entsprechen und dürfen einen 60° Glanzwert von 15 GE nicht überschreiten.

Der **Beobachter für visuelle Farbbeurteilung** muss normalsichtig sein und für die Bewertung und Klassifizierung von Farben geschult sein. Regelmäßige Sehtests sind zur Überprüfung des Farbsehens des Beobachters empfohlen, da sich dies mit der Zeit verändern kann (siehe ASTM E1499). Der **Beobachter für instrumentelle Farbbeurteilung** ist dagegen genormt für zwei verschiedene Gesichtsfelder: 2°- und 10°-Normalbeobachter. Heutzutage wird hauptsächlich die Spektralfunktion des 10°-Normalbeobachters verwendet, da sie besser mit dem visuellen Empfinden übereinstimmt.



byko-spectra Lichtkabine

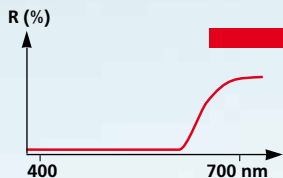
Standardisierte visuelle Beurteilung von Farben



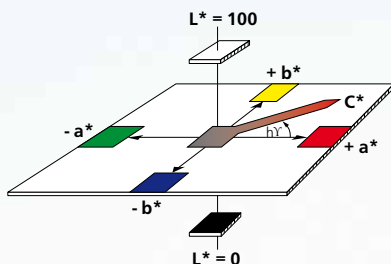
- Farbneutrale Umgebung
- Verschiedene Lichtquellen: D65 – A – CWF/TL84 – UV
- UV-Licht zur Erkennung von Fluoreszenz
- Stundenzähler zur Überwachung der Tageslichtleuchte
- praktisches Design

Standardisierte Messparameter

Durch die instrumentelle Farbmessung werden die optischen Eigenschaften einer Probe bestimmt. Ein Spektralphotometer misst den Anteil des reflektierten Lichts einer Probe im sichtbaren Bereich (400 – 700 nm). Die resultierende Reflexionskurve wird oft auch als „Fingerabdruck“ einer Farbe bezeichnet.



International standardisierten **Farbsysteme**, wie das gebräuchliche CIELAB-Farbsystem, kombinieren die Informationen der Normlichtart, des genormten Beobachters und der gemessenen Spektraldaten. Damit lässt sich eine Farbe mit drei Größen z.B. Helligkeit, Buntheit und Farbtonwinkel eindeutig beschreiben.



Toleranzen werden mit Hilfe von Abweichungen in den Einzelkomponenten oder als Gesamtfarabstand ΔE^* festgelegt.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Auf Basis von visuellen Abmusterungsversuchen und den daraus resultierenden elliptischen, nicht rechteckigen, Toleranzräumen wurden neue Farbdifferenzformeln zur Verbesserung der Übereinstimmung zwischen instrumentellen Ergebnissen und visuellem Empfinden entwickelt (ΔE_{CMC} – ΔE_{94} – ΔE_{99} – ΔE_{2000}).

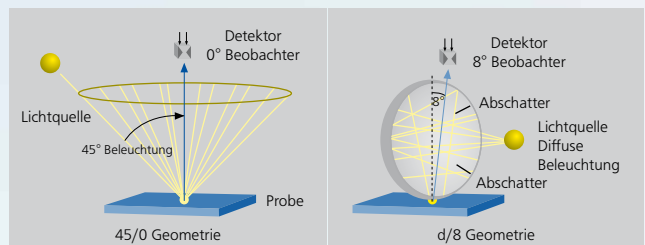


spectro-guide
Mobile Farbmessung

- Farb- und Glanzmessung mit einem Gerät
- Innovative LED-Technologie
 - Exzellente Wiederholbarkeit und Geräteübereinstimmung
 - Langzeitstabilität und temperaturunabhängige Messergebnisse
 - Geringer Wartungsaufwand mit 10 Jahren Garantie auf die LEDs

Messgeometrie

Internationale Normen bestimmen die Messgeometrien für Spektralphotometer:



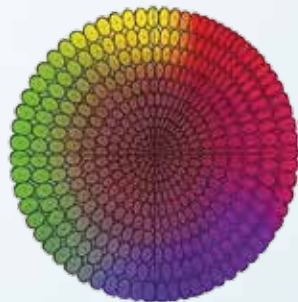
45/0 – Farbe, wie das Auge sie sieht

Die 45/0 Geometrie mit Rundum-Beleuchtung garantiert auf strukturierten Oberflächen exzellente Wiederholbarkeit der Messergebnisse.

d/8 – Kontrolle des Farbtons

Die Kugelmessgeometrie beleuchtet die Probe diffus und wird für die Bewertung der Farbe unabhängig von Oberflächenglanz oder –struktur verwendet.

Referenz	
CIE 15	Farbmessung
ISO 3668	Visueller Vergleich der Farbe von Beschichtungsstoffen
ASTM D1729	Visuelle Beurteilung von Farbdifferenzen



CMC Toleranzellipsoide im CIELAB-Farbraum

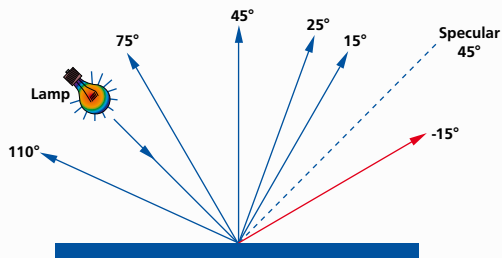
Farbmessung von Effektfarben

Metallfarben, egal ob Silber oder Gold, verleihen klassischen Farbtönen eine leuchtende Schönheit und dem jeweiligen Produkt eine zeitlose Pracht. Abhängig von den Lichtverhältnissen erscheint jeder Gegenstand unterschiedlich – entweder glitzernd wie ein Diamant oder faszinierend mit glänzender, schimmernder Oberfläche.

Farbbeurteilung unter verschiedenen Winkeln

Im Gegensatz zu Unifarben ändern Effektlacke ihr Aussehen mit dem Beobachtungswinkel und den Lichtverhältnissen. Metallfarben zeigen abhängig vom Beobachtungswinkel einen Hell-Dunkel Flop. Bei Farben, die Perlglanzpigmente enthalten, kann es zusätzlich zu einer Änderung in der Helligkeit auch zu Chroma- und Farbtonänderungen (Farb-Flop) bei den verschiedenen Blickwinkeln kommen.

Um Effektfarben objektiv beschreiben zu können, werden in internationalen Standards Messgeometrien für Mehrwinkel-Farbmessgeräte vorgegeben. Wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass mindestens drei und je nach Effektfarbe bis zu sechs Betrachtungswinkel nötig sind.

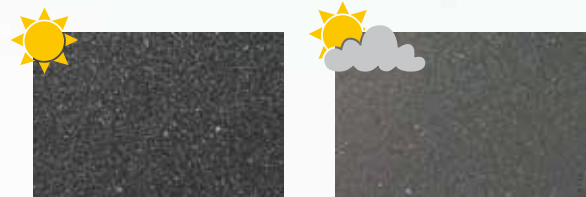


Da sich auch das Farbempfinden von Effektfarben in Abhängigkeit vom Beobachtungswinkel ändert, ist es notwendig unterschiedliche Toleranzen für jeden Winkel festzulegen. Aus diesem Grunde wurden neue Farbdifferenzformeln entwickelt, die auf visuellen Korrelationsstudien beruhen.

- ΔE_{94} mit Helligkeitskorrektur (Rodrigues, 2004)
- ΔE_{eff} (DIN 6175-2, 2001)
- $\Delta E_{\text{Audi2000}}$ (Dauser, 2012)

Visuelle Beurteilung des Effektes

In den letzten Jahren wurden Spezialeffektpigmente entwickelt, die unter direkter Beleuchtung einen intensiven Glitzereffekt erzeugen. Bei diffuser Beleuchtung verschwindet der Glitzereffekt völlig, da die Lichtintensität aus allen Richtungen gleich ist. Abhängig von der Teilchengröße sehen Metallpigmente mehr oder weniger körnig aus, während Perlglanzpigmente fast wie eine Unifarbe erscheinen. Bei direkter Beleuchtung, d.h. die Lichtintensität kommt hauptsächlich aus einer Richtung (Sonnenschein), verändert die Effektfarbe das Aussehen komplett. Es werden kleine Lichtblitze mit niedriger bis hoher Intensität sichtbar. Im Gegensatz zur Körnigkeit ist der Glitzereffekt abhängig vom Beleuchtungswinkel.



Referenz

- DIN 6175-2** Farbtoleranzen für Automobillackierungen – Teil 2: Effektlackierungen
- ASTM E2194** Mehrwinkel-Farbmessung von Materialien mit Effektpigmenten



byko-spectra effect Lichtkabinen

Standardisierte visuelle Beurteilung von Effektfarben

Mehrwinkel-Farbbeurteilung

- Tageslichtlampe bei 45°
- Schwenkbarer Probenstisch mit sechs Beobachtungswinkeln (-15°, 15°, 25°, 45°, 75°, 110°)
- Betriebsstundenzähler für Tageslichtlampe

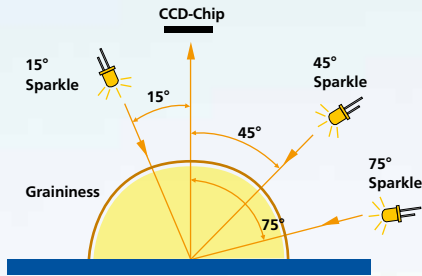
Glitzerbeurteilung

- Beleuchtung unter drei Winkeln (15°, 45°, 75°)
- Sehr helle LEDs zur Simulation von direktem Sonnenlicht
- 10 Jahre Garantie auf die LEDs

Instrumentelle Messung des Effektes

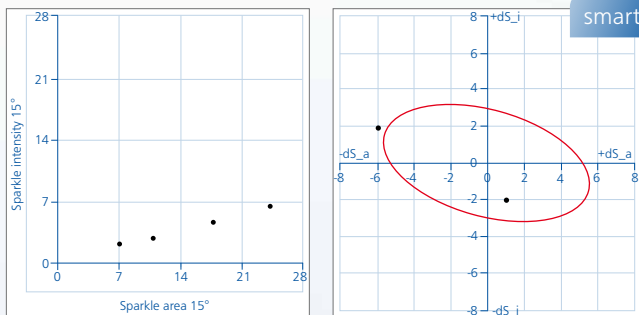
Um Effektfarben objektiv messen zu können, kombiniert der neue BYK-mac i ein Mehrwinkel-Farbmessgerät (6-Winkel Farbmessung) mit einem zweiten Messprinzip zur Glitzer- und Körnigkeitsbeurteilung. Eine CCD-Kamera nimmt Bilder unter verschiedenen Beleuchtungsbedingungen auf:

- Diffuse Beleuchtung mit zwei, in eine weiß beschichtete Halbkugel integrierte, weiße LEDs
- Direkte Beleuchtung unter drei Winkeln mit drei sehr hellen, weißen LEDs



Basierend auf dem Histogramm der Helligkeitsstufen der einzelnen Pixel werden die Bilder anschließend analysiert. Die Einheitlichkeit der hellen und dunklen Flächen wird in einem Wert für die Körnigkeit zusammengefasst. Eine Körnigkeit von Null repräsentiert eine Unifarbe. Je höher die Körnigkeit, desto gröber und körniger erscheint die Probe unter diffuser Beleuchtung.

Zur Bestimmung des Glitzers (Sparkle) wird ein Schwellenwert festgelegt und nur die wirklich hellen Pixel oberhalb dieser Schwelle beurteilt. Um eine bessere Differenzierung zu gewährleisten, wird der Glitzereffekt durch ein zweidimensionales System beschrieben: Glitzerfläche und Glitzerintensität für jeden Winkel.



Ein Glitzer-Toleranzmodell wurde entwickelt, mit dessen Hilfe ein maximaler Grenzwert für „Delta Sparkle“ festgelegt werden kann – ähnlich einer gewichteten Farbdifferenzformel.

$$dS = \sqrt{\left(\frac{f_1 (Sa_{Std}, dSa, Si_{Std}, dSi)}{ToL_{Gr}}\right)^2 + \left(\frac{f_2 (Sa_{Std}, dSa, Si_{Std}, dSi)}{ToL_{Gr} \times ToL_{GF}}\right)^2}$$

BYK-mac i
Portable Mehrwinkelfarb- & Effektkontrolle

- 6-Winkel Farbmessung für Farb- und Helligkeitsflop
- Glitzer- und Körnigkeitsanalyse
- Messung der Fluoreszenz, angeregt im visuellen Bereich
- Einzigartige LED-Technologie
 - Exzellente technische Leistungsfähigkeit
 - Kein Lampenwechsel notwendig
 - Der Schlüssel zum globalen QC-System mit digitalen Standards



Messung von Kunststoffrohmaterial

Die Rohstoffpalette umfasst viele verschiedene Materialtypen wie Pellets, Pigmentpasten und Pulver, von opak bis transluzent oder transparent. Die Anforderungen an die Farbmessung sowie an die Probenpräparation sind auf Grund der großen Vielfalt entsprechend hoch und stellen eine besondere Herausforderung dar. Die Chargen-Konsistenz im Bereich der Farbe ist ein äußerst wichtiger Indikator für die Qualität und kann nur erreicht werden, wenn die Messergebnisse entsprechend wiederholbar und reproduzierbar sind.

Nachhaltige Qualität der eingesetzten Rohstoffe

Das ultimative Fertigungsziel eines jeden Hersteller ist es, konstante Qualität zu produzieren und dadurch das Vertrauen des Endkunden zu gewinnen. Daher muss das Produkt spätestens vor dem Versand überprüft werden, um sicherzustellen, dass alle vereinbarten Toleranzen – die Farbe und das Erscheinungsbild betreffend – eingehalten werden. Sollte die Farbe außerhalb der Spezifikation liegen müsste entweder nachgearbeitet, das Produkt zu einem niedrigeren Preis verkauft oder sogar zurückgenommen werden. Da eine möglichst geringe Chargen-Schwankung eine Grundvoraussetzung ist um Ausschuss zu minimieren, ist eine Wareneingangskontrolle der Rohmaterialien unerlässlich.



Farbloses Kunststoff-Granulat

Synthetische Polymere wie PP, die häufig für farbige Anwendungen verwendet werden, müssen auf den Grad ihrer Vergilbung hin überprüft werden. Ist das Polymer nicht „weiß“ wird auch die Farbe des Endproduktes außerhalb der Spezifikation liegen. Der Vergilbungsgrad wird sowohl durch Verunreinigungen des Polymers als auch durch Prozessschwankungen beeinflusst. Für eine schnelle, unkomplizierte Qualitätskontrolle kann das Granulat nach ISO 17223 mit Hilfe einer Glasküvette und einer Lichtfalle vermessen werden (siehe Einzelheiten in der folgenden Grafik). Um eine immer gleiche Positionierung und dadurch möglichst wiederholbare Ergebnisse sicher zu stellen, kann ein Probenhalter verwendet werden, der genau an die Messblende des spectro-guides angepasst ist.

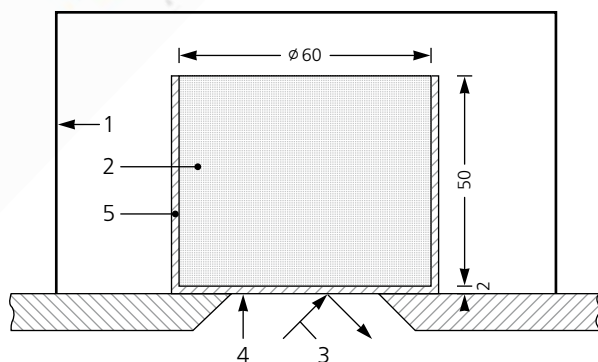
BYK-Gardner Lösungen



Farb- und Glanzmessung
spectro-guide S



Objektive visuelle Beurteilung
byko-spectra



- 1 = Lichtfalle
 2 = Probe
 3 = Einfallendes Licht
 4 = Messfläche
 5 = Probenbehälter

Für eine präzise Qualitätskontrolle, die zuverlässige und wiederholbare Ergebnisse erzielt, ist es erforderlich das Kunststoff-Granulat als Prüfplättchen mit homogener Oberfläche und definierter Materialstärke zu fertigen. Diese Plättchen können dann in Reflexion, mit einem portablen Farbmessgerät wie dem spectro-guide, vermessen werden, dass den Gelbgrad automatisch nach internationalen Standards berechnet.

Da es sich beim Vergilbungsgrad um eine eindimensionale Maßzahl handelt, beschreibt dieser den visuellen Eindruck nicht immer vollständig. Häufig zeigen Proben zusätzlich eine signifikante Abweichung in der Helligkeit und/oder dem Farbton. Aus diesem Grund ist die dreidimensionale Beschreibung der Farbabweichung mit Hilfe des CIELAB-Farbsystems dem Vergilbungsgrad vorzuziehen. Innerhalb des CIELAB-Farbraums kann der b^* -Wert als Indikator für die Vergilbung verwendet werden. Häufig sind die Prüfplättchen nicht vollständig opak. Folglich hat der Hintergrund bei der Farbmessung einen entscheidenden Einfluss auf die Messergebnisse. Um die bestmögliche Differenzierung zwischen unterschiedlichen Produkten zu erzielen wird die Verwendung eines weißen Hintergrundes empfohlen. Das verwendete Material sollte möglichst langzeitstabil sein und von allen beteiligten Parteien verwendet werden.

Eingefärbtes Kunststoff-Granulat

Kunststoff-Granulat ist in der Regel transluzent, außerdem weder einheitlich in der Größe noch homogen in Farbe. Die Inhomogenität der Farbe von zylindrischen Pellets ist häufig ein Resultat von unterschiedlichen Oberflächeneigenschaften an den Schnittkanten und Seitenflächen oder aber sie ist ein Resultat von Weißbruch. Somit können nur unter deutlich verstärktem Aufwand mit speziellem Zubehör und entsprechender Probenvorbereitung reproduzierbare Messergebnisse erzielt werden. Daher ist es mittlerweile nicht nur das empfohlene Verfahren sondern durchaus gängige Praxis ein Prüfplättchen herzustellen und zu vermessen, um zuverlässige und reproduzierbare Messergebnisse zu erzielen.



Glasküvette
Granulat



Schablone - C
Messblende spectro-guide



Spritzgussplättchen

Bei Stufenplättchen handelt es sich um Kunststoff-Plättchen aus thermoplastischen Materialien, die eigens zum Zwecke der Farbmessung erstellt werden. Diese Kunststoff-Plättchen untergliedern sich häufig in Bereiche mit unterschiedlicher Materialstärke und variieren dementsprechend zwischen transluzent und opak. In Abhängigkeit von der Deckkraft des Materials finden unterschiedliche Messverfahren Anwendung.

Opake Stufenplättchen sind lichtundurchlässig und können sowohl mit Farbmessgeräten mit $45^\circ/0^\circ$ sowie der $d/8^\circ$ Messgeometrie geprüft werden. Die $45^\circ/0^\circ$ Geometrie wird immer dann eingesetzt, wenn das Farbmessgerät genau das messen soll, was auch das Auge wahrnimmt. Eine praktische Anwendung der $45^\circ/0^\circ$ Geometrie ist zum Beispiel die Prüfung der Farbkonsistenz von Verbraucherprodukten, bei denen das Aussehen eine entscheidende Rolle für den Verkaufsprozess spielt. Die $d/8^\circ$ Geometrie hingegen eliminiert den Einfluss von Oberflächenstruktur und Glanz auf die Objektfarbe. Ein Rohstofflieferant von Harzen oder Pigmenten würde normalerweise die $d/8^\circ$ Geometrie nutzen um seine Chargen-Konsistenz zu prüfen.

Transluzente Stufenplättchen lassen Licht in gewissem Maße durch, jedoch nur diffus, so dass Objekte auf der anderen Seite nicht eindeutig charakterisierbar sind. Die Wahl des Messgerätes ist davon abhängig, welcher visuelle Eindruck geprüft werden soll. Fällt die Entscheidung zu Gunsten der Reflexionsmessung, spielen die Schichtdicke des Materials und die Farbe des Untergrundes bei der Messung eine entscheidende Rolle. Deshalb sollten Schichtdicke sowie Hintergrundmaterial spezifiziert und konstant eingehalten werden. Um die bestmögliche Differenzierung zwischen unterschiedlichen Produkten zu erzielen wird die Verwendung eines weißen Hintergrundes empfohlen. Die Verwendung von byko-charts als Unterlage gewährleistet eine konstante Farbe und Glanz. Dadurch ist sichergestellt, dass gemessene Farbunterschiede ausschließlich von Produktschwankungen herrühren.

Ein Stufenplättchen das von einem Materiallieferanten zur Verfügung gestellt wird, birgt immer ein gewisses Risiko. Es ist nicht auszuschließen, dass die Materialzusammensetzung des Stufenplättchens vom gelieferten Material abweicht. Zusätzlich sind die Prozessparameter der Herstellung in der Regel nicht bekannt, wodurch die Oberflächenbeschaffenheit vom finalen Produkt abweichen kann. Um vergleichbare Ergebnisse zu gewährleisten sollte der Standard generell aus dem gleichen Material mit den gleichen Oberflächeneigenschaften wie das Endprodukt erstellt werden.

BYK-Gardner Lösungen



Farb- und Glanzmessung
spectro-guide S



Glanz
micro-gloss S

Farbkonzanz bei unterschiedlicher Beleuchtung

Da Mehrkomponenten-Produkte bei verschiedenen Lichtbedingungen genutzt werden, muss die Farbkonzistenz entsprechend unter unterschiedlichen Lichtarten überprüft werden. Ansonsten besteht das potenzielle Risiko, dass Kunststoffteile aus unterschiedlichen Chargen oder von verschiedenen Lieferanten unter Tageslicht gleich, aber unter künstlicher Beleuchtung anders aussehen. Dieses Phänomen bezeichnet man als Metamerie.

Visuelle Prüfung von Metamerie

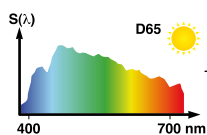
Zunächst werden Standard und Probe in einer Lichtkabine unter einer Referenzlichtart, meist D65, verglichen. Anschließend wird die Normlichtart mindestens einmal verändert. Gängige Praxis ist die zusätzliche Beurteilung unter Abendlicht A sowie unter einer weiteren, fluoreszenten Lichtart wie TL84 oder CWF. Die visuelle Abmusterung kann am einfachsten in einer Lichtkabine wie der byko-spectra durchgeführt werden: Die byko-spectra bietet nicht nur fünf unterschiedliche, definierte Normlichtarten an. Zusätzlich können zur Standardisierung von Testabläufen Beleuchtungsabfolgen einprogrammiert werden.

Messtechnische Prüfung von Metamerie

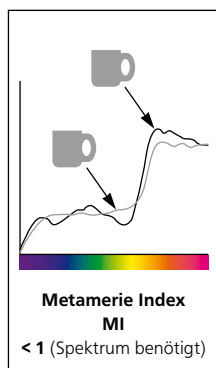
Die Hauptursache für metamere Kunststoffgranulat-Chargen ist die Verwendung von unterschiedliche Pigmenten oder Farbstoffen in der Formulierung. Diese Problematik kann zum Beispiel auftreten, wenn Rohmaterialien nicht mehr lieferbar sind oder auf kostengünstigere Alternativen ausgewichen werden muss. In jedem Fall unterscheiden sich die Spektralkurven von metameren Paaren: typischerweise kreuzen sich die Kurven mindestens dreimal.

Während die $L^*a^*b^*$ Werte die für eine Lichtart berechnet wurden übereinstimmen können, können sie sich für eine zweite oder auch dritte Normlichtart deutlich unterscheiden. Die folgende Grafik zeigt Messungen, die mit dem spectroguide durchgeführt wurden. Die rote Linie repräsentiert eine metamere Probe: Die Δa^* - und Δb^* -Werte unterscheiden sich signifikant für die Normlichtarten D65, A und F11 (TL84). Im Vergleich dazu sind die Werte der blau markierten Probe sehr ähnlich. Folglich weist die blaue Probe keinerlei metamere Eigenschaften auf.

D65 Tageslicht



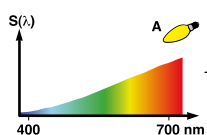
% Reflexion



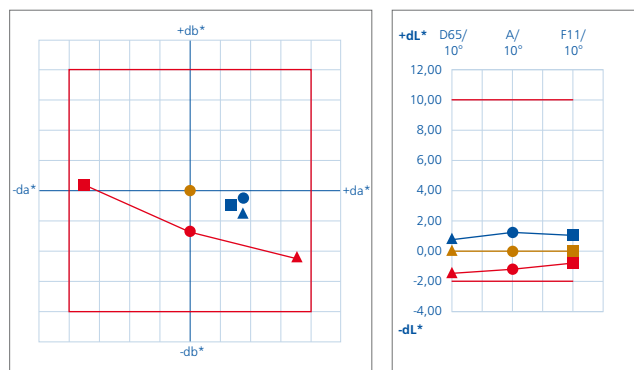
Pass



A Abendlicht



Fail



Farbdifferenzen für drei Lichtarten
D65/10°▲ A/10°● F11/10°■



Objektive visuelle Beurteilung
byko-spectra



Prüfkarten
byko-charts

Harmonisierung im Automobil-Innenraum

Wie viele Stunden verbringen Sie im Auto? Wahrscheinlich werden Sie antworten „viele“. Daher sollte das Design des Innenraumes eine möglichst hochwertige und komfortable Atmosphäre erzeugen. Farben und Narbung von einer Vielzahl unterschiedlicher Komponenten müssen harmonisch zueinander passen. Gleichzeitig werden möglichst matte Oberflächen gefordert, um störende Spiegelungen in der Windschutzscheibe zu vermeiden. Beim Erreichen dieser Ziele stellt die Vielfalt der Materialien die größte Herausforderung für den Automobilhersteller dar.

Farbharmonie

Die Designgruppe legt Farbe, Glanz und Narbung fest. Sobald eine neue Farbe, ein neues Material oder ein neuer Prozess freigegeben wird, ist ein neuer „Stil“ geboren – bereit zur Einführung. Nun ist die für die Lieferanten zuständige Qualitätsgruppe gefragt, um die Spezifikationen mit den verschiedenen Zulieferern festzulegen. Musterplatten mit einer glatten und mehreren genarbten Oberflächen werden für die neuen Farben hergestellt. Diese werden den Lieferanten als Urmuster überlassen. Der Großteil der Innenraumfarben ist achromatisch, ein Bereich in dem unser Auge selbst kleinste Unterschiede wahrnimmt. Deshalb müssen die Toleranzen sehr eng sein, um ein einheitliches Erscheinungsbild zu garantieren.

Typische Farb-Toleranzen

Farbe: ΔL^* , Δa^* , Δb^* = $\pm 0,5$

Um objektive und zuverlässige Messdaten innerhalb dieser engen Toleranzen sicher zu stellen, sind innovative Technologien notwendig. Nur Messgeräte mit hervorragender Genauigkeit können gleichbleibende Farbe gewährleisten.

Das spectro-guide S garantiert höchste Genauigkeit und eine ausgezeichnete Geräteübereinstimmung durch innovative LED-Technologie. Es ist das einzige Gerät, das Farbe und Glanz mit

nur einem Knopfdruck misst. Darüber hinaus bietet das spectro-guide S verbesserte technische Spezifikationen für 60° Glanz im Mattglanzbereich (0-10 Glanzeinheiten).

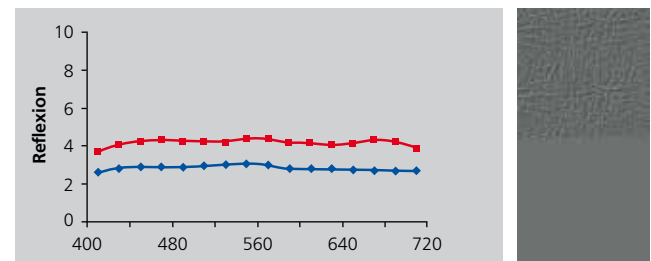
Messgerätegeometrie

Der Automobilhersteller muss die zu verwendenden Messgerätegeometrie festlegen. Man unterscheidet zwischen zwei Messanordnungen: 45/0 und Kugelgeometrie.

45/0 – Farbe, wie das Auge sie sieht

Bei der 45/0 Geometrie wird unter einem Winkel von 45° zirkular beleuchtet und senkrecht zur Oberfläche unter 0° gemessen. Eine hochglänzende Probe wird vom Auge dunkler beurteilt als eine matte oder strukturierte Probe mit gleicher Pigmentierung. Und genau dieses Phänomen misst ein 45/0 Farbmessgerät:

Unterschiede in Glanz / Struktur → Farbdifferenzen



Beispiel: Automobil Interieur Musterplatte
Differenz zwischen zwei Narbungen: ΔE^* = 3

BYK-Gardner Lösungen



Farb- und Glanzmessung
spectro-guide S



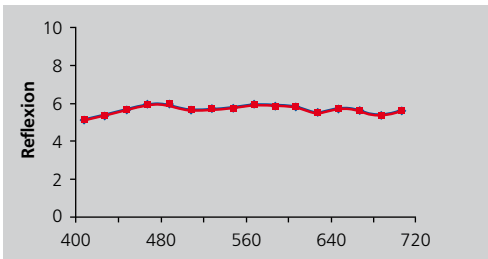
Probenhalter
Kleine Teile 11 mm



d/8 – Kontrolle des Farbtons

Bei der Kugelgeometrie wird die Probe mittels einer weiß beschichteten Kugel diffus beleuchtet. Farbe wird unabhängig von Glanz oder Struktur der Oberfläche gemessen.

Unterschiede in Glanz / Struktur → Farbdifferenzen



Beispiel: Automobil Interieur Musterplatte
 Differenz zwischen zwei Narbungen: $\Delta E^* = 0$



Farb- und Glanzmessung
 spectro-guide



Objektive visuelle Beurteilung
 byko-spectra



Glanzkontrolle

Um jegliche störende Reflexion in der Windschutzscheibe zu vermeiden, ist eine möglichst matte Oberfläche unverzichtbar. Zusätzlich vermittelt eine matte Oberfläche ein exklusives Ambiente. Die größte Herausforderung ist es, einen einheitlichen Mattglanz mit unterschiedlichen Materialien und verschiedenen Strukturen zu erzielen. Selbst kleinste Abweichungen stechen bei außerordentlich matten Oberflächen sofort ins Auge. Daher werden für den Glanz sehr enge Toleranzen festgelegt.

Typische Glanztoleranzen

60° Glanz: < 5 GU ± 0,3 bis 0,5

Anstatt die absoluten Glanzwerte zu beurteilen, besteht für den Zulieferer die Möglichkeit das freigegebene Urmuster als Standard zu verwenden und dadurch Differenzen zu überprüfen. Durch diese Vorgehensweise werden eventuelle Fehler – verursacht durch Geräteabweichungen – vermieden. Der Glanz wird relativ auf demselben Materialtyp und derselben Oberfläche gemessen. Daher ist ein Unterschied von 0,3 Glanzeinheiten von einem Teil zum anderen als signifikante Abweichung zu werten.

Um Glanz innerhalb sehr enger Toleranzen objektiv zu kontrollieren werden Messgeräte mit hervorragender Genauigkeit benötigt. Das micro-gloss S wurde speziell für matte Oberflächen mit engen Toleranzen entwickelt: Die technische Spezifikationen für 60° Glanz im Mattglanzbereich (0-10 Glanzeinheiten) wurde verbessert, um eine exzellente Wiederholbarkeit von ± 0,1 und eine Vergleichbarkeit von ± 0,2 GE zu gewährleisten.

In internationalen Standards findet man drei unterschiedliche Normgeometrien mit unterschiedlichen Einstrahlwinkel, nämlich 20°, 60° und 85°. Die Wahl der Geometrie ist davon abhängig, ob man eine allgemeine Bewertung des Glanzes vornimmt, Hochglanzlackierung vergleicht oder den Glanz von matten Proben auswertet. Die 60° Geometrie wird für den Vergleich der meisten, gängigen Proben verwendet sowie zur Bestimmung, ob die 20° oder 85° Geometrie besser geeignet sind. Die 85° Geometrie wird für seidengänzende oder matt schimmernde Proben verwendet. Internationale Standards empfehlen, die 85° Messgeometrie für Proben mit einem 60°- Glanzwert von weniger als 10 Glanzeinheiten zu verwenden.

Glanzgrad	60° Wert	Empfohlene Geometrie
Mittelglanz	10 bis 70	60° Geometrie
Hochglanz	> 70	20° Geometrie
Mattglanz	< 10	85° Geometrie

Mit dieser Erklärung im Blick könnte man sich fragen, warum die 60° Messgeometrie immer noch von Automobilherstellern spezifiziert wird. Dafür gibt es zwei Gründe: Zum einen ist der Messbereich der 85° Geometrie (5 x 38 mm) häufig zu groß für die Bewertung von kleinen oder gekrümmten Teilen. Zum anderen gibt es viele Narbungen mit tiefen Tälern, die durch einen flachen Einstrahlwinkel nicht ausgeleuchtet werden.

BYK-Gardner Lösungen



Farb- und Glanzmessung
spectro-guide S



Probenhalter
Kleine Teile 11 mm



Glanz
micro-gloss S



Bestimmung des Foggingverhaltens

Hohe Temperaturen können bei Polymeren, Textilien und Naturmaterialien, die in der automobilen Innenausstattung verwendet werden, zum Ausgasen von flüchtigen und halbfüchtigen organischen Verbindungen (VOC und SVOC) führen. Der Ausdruck „Fogging“ oder „Schleierbildung“ bezieht sich auf den Kondensatfilm, der sich auf der Innenseite von Autoscheiben ansammeln kann. Von besonderem Interesse ist die Windschutzscheibe, da der Schleier möglicherweise die Durchsicht verschlechtert und dadurch ein Sicherheitsproblem für den Fahrer darstellt. Daher hat sich der Foggingtest zu einem wichtigen Qualitätskriterium für Automobilhersteller und deren Zulieferer entwickelt.



Internationale Standards beschreiben drei Methoden zur Bestimmung der Fogging-Eigenschaften von Materialien im Innenraum: Das reflektometrische Verfahren, das gravimetrische Verfahren und die Haze-Methode.

Bestimmung des Foggingverhaltens – Reflektometer-Verfahren

Eine präparierte Probe wird in ein Becherglas gegeben und dieses mit einer Glasplatte abgedeckt. Zunächst wird die spekulare Reflexion der Glasplatte mittels eines 60°

Glanzmessgerätes vermessen. Im Anschluss wird die Probe über einen definierten Zeitraum erhitzt, während die Glasplatte gleichzeitig gekühlt wird. Die Temperaturerhöhung bringt die Probe zum Ausgasen. Dieses Gas kondensiert in Form von Niederschlag auf der gekühlten Glasplatte. Der 60° Glanz der beschlagenen Glasplatte wird nach dem Foggingtest mit einem Glanzmessgerät ermittelt.

Bestimmung des Foggingverhaltens – Haze-Methode

Die Haze Methode verwendet das gleiche Verfahren wie die Reflektometer Methode, nur dass nicht der Glanz sondern die Trübung in Transmission gemessen wird. Mit dem haze-gard i wird die Lichtdurchlässigkeit der Glasplatte vor und nach dem Foggingtest ermittelt.

Norm	Titel
DIN 75201	„Bestimmung des Foggingverhaltens von Werkstoffen der Kraftfahrzeug-Innenausstattung“
ISO 17071 DIN EN 14288	„Leder - Physikalische und mechanische Prüfungen - Bestimmung der Fogging-Eigenschaften“
ISO 6542	„Mit Kautschuk oder Kunststoff beschichtete Textilien. Bestimmung der Fogging-Eigenschaften von Werkstoffen des Fahrzeuginnenraums“
SAE J1756	„Bestimmung der Fogging-Eigenschaften von Werkstoffen der Fahrzeug-Innenausstattung“



Transparenz
haze-gard i, horizontaler Aufbau



Transparenz
haze-gard i, vertikaler Aufbau

Einheitliches Erscheinungsbild von Unterhaltungselektronik

Design kennt keine Grenzen. Dies trifft auch auf eine Vielzahl von Produkten aus der Elektronikbranche zu, wie Notebooks, Telefone, Drucker und sogar Haushaltsgeräte. Das Smartphone zählt mittlerweile zu unseren alltäglichen Begleitern. Deswegen legen wir auf dessen Farbe und Design einen besonders großen Wert. Für verschiedene Zielgruppen bieten Hersteller eine riesige Auswahl an farbigen Gehäusen in glänzend oder matt an, die auf gleichbleibende Qualität kontrolliert werden müssen.

Elektronikprodukte sind meist aus mehreren Gehäusekomponenten zusammengesetzt. Nur wenn Farbe und Glanz aller Teile exakt passen, fügen sie sich zu einem harmonischen Gesamtbild zusammen und vermitteln den Eindruck höchster Qualität. Darum ist es notwendig ein einheitliches Qualitätskontrollsystem innerhalb der gesamten Lieferkette einzuführen.

Farb- und Glanzmessgeräte mit hervorragender Genauigkeit für strengste QC Spezifikationen

Bei der Herstellung von Unterhaltungselektronik kommen eine Vielzahl von Materialien zum Einsatz, die harmonisieren



sollen: von Kunststoff über Metall bis hin zu siebbedrucktem Glas. Demzufolge ist bei der Produktion eine alltägliche Kontrolle gemäß kundenspezifischer Toleranzen erforderlich. Neutrale bzw. achromatische Farben lassen nur sehr geringe Farbabweichungen zu. Kräftige, chromatische Farben erlauben größere Toleranzen in der Buntheit, sind jedoch empfindlich für Farbtonänderungen. Nur Messinstrumente mit hervorragender Genauigkeit wie das spectro-guide oder der BYK-mac i sind in der Lage jeglichen Farbton objektiv zu kontrollieren.

Farbmessung von Unifarben

Schaut man sich aktuelle Staubsaugermodelle verschiedenster Hersteller an, stellt man fest, dass diese hauptsächlich in sehr chromatischen Unifarbtönen angeboten werden. Da sowohl Farbe als auch Glanz das Erscheinungsbild prägen, müssen beide Effekte kontrolliert werden, um ein einheitliches Erscheinungsbild zu erzielen. Das Spektralphotometer spectro-guide ist die ideale Lösung für diese Aufgabe, da es Farbe und Glanz gleichzeitig misst. Der Grund für eine Abweichung kann also in jeder Situation eindeutig bestimmt werden. Kleine Teile, wie Tastaturen oder Schalter am Smartphone, benötigen ein Farbmessgerät mit sehr kleiner Messöffnung. Das color-guide mit 4 mm Messblende in Verbindung mit dem optionalen Probenhalter garantiert leichte, wiederholbare Probenpositionierung und dadurch konstant gute Ergebnisse.

BYK-Gardner Lösungen



Farb- und Glanzmessung
spectro-guide, 11 mm



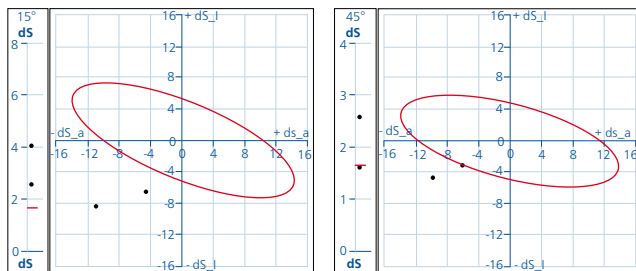
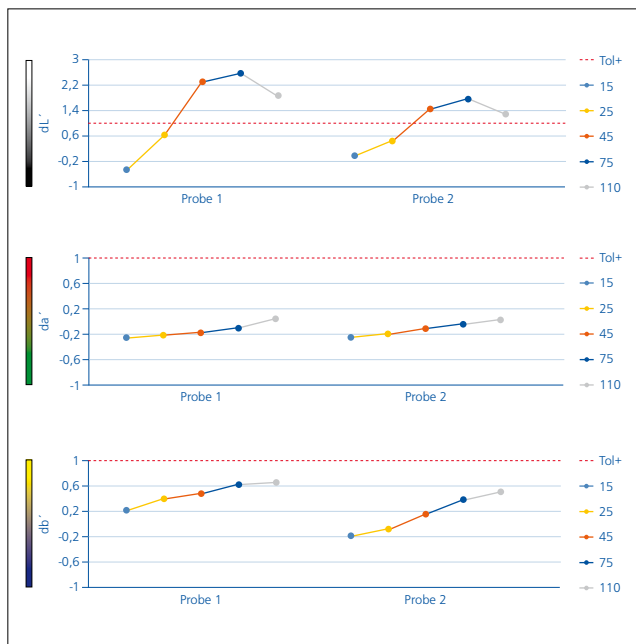
Farbmessung
color-guide, 4 mm



Probenhalter
Kleine Teile 4 mm

Farbmessung von Effektfarben

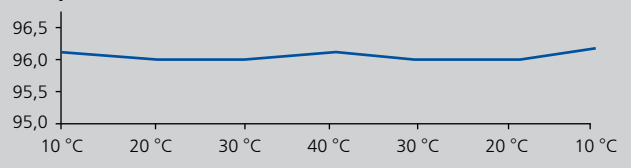
Im Gegensatz zu konventionellen Unifarben ändern Produkte mit Effektpigmenten ihr Aussehen mit dem Beobachtungswinkel und den Lichtverhältnissen. Dies stellt besonders bei Teilen mit sehr engen Toleranzen eine Herausforderung dar. Es gibt beispielsweise Notebooks in metallischer Optik, bei welchen das integrierte Mousepad und das umliegende Gehäuse in Farbe und Glanz übereinstimmen müssen, obwohl beide Teile aus komplett unterschiedlichen Materialien bestehen. Die folgende Grafik zeigt Farb- und Effektdaten (Glitzer und Körnigkeit) des BYK-mac i, welche dabei helfen den Grund für eine Gesamtabweichung zu analysieren. Sowohl die Helligkeit, als auch der Glitzer beider Proben weichen erheblich vom Standard ab. Für kleine Teile kann der BYK-mac i mit 12 mm Messblende zusammen mit einem speziell dafür entwickeltem Probenhalter genutzt werden.



Glanzmessung

Die Glanzkontrolle an allen Einzelkomponenten von Elektronikgeräten ist mindestens genauso wichtig wie deren Farbkontrolle. Unterscheidet sich der Glanzgrad einer Komponente vom Rest des Gehäuses, so nimmt dies der Kunde sofort wahr und bringt diesen Unterschied mit mangelnder Qualität in Verbindung. Der Glanz wird stark vom Zustand der Werkzeugoberfläche und Schwankungen der Spritzgießparameter beeinflusst, wie zum Beispiel der Werkzeugtemperatur, Einspritzgeschwindigkeit und Materialabweichungen. Gerade bei Produkten, die in hohen Stückzahlen gefertigt werden, ist daher eine routinemäßige Glanzkontrolle zwingend notwendig. Je nach Produktspezifikationen können akzeptierte Glanzabweichungen bei gerademal nur $\pm 0,5$ Glanzeinheiten liegen. Insbesondere unter extremen Bedingungen, wie sie bei industrieller Massenproduktion vorkommen, spielen objektive Messergebnisse, die sowohl wiederholbar als auch temperaturunabhängig sind, eine wichtige Rolle. Das micro-gloss ist seit vielen Jahren der unbestrittene Industriestandard zur Glanzmessung und garantiert präzise und zuverlässige Ergebnisse – jederzeit.

Temperaturstabilität



Lichteinheit und UV-Stabilitätstests

Elektronikprodukte werden täglich verschiedensten Lichtverhältnissen ausgesetzt. Um die ästhetische Langlebigkeit der Produkte zu gewährleisten, müssen diese aus lichtechten Materialien bestehen. Infolgedessen werden beschleunigte Bewitterungstests durchgeführt. Diese sollen die sichtbaren Auswirkungen simulieren, welche nach einer Belichtung mit Tageslicht, das durch Fensterglas gefiltert wurde, entstehen. Die Proben werden mit einer Xenonbogenlichtquelle für eine bestimmte Anzahl an Stunden und unter vorgegebenen Bedingungen bestrahlt. Der Grad der Veränderung variiert stark je nach den Eigenschaften der verwendeten Rohmaterialien. Das Spektralphotometer spectro-guide ist die ideale Lösung, um Farbechtheit quantitativ unter Betrachtung von ΔL^* , Δa^* , Δb^* bei achromatischen Farben oder ΔL^* , ΔC^* , ΔH^* bei chromatischen Farben zu messen.



Farb- & Effektmessung
BYK-mac i 12 mm



Probenhalter
BYK-mac 12 mm



Glanz
micro-gloss

Qualitätskontrolle im Kunststoffspitzguss

Der Spritzguss ist das am häufigsten verwendete Verfahren zur Teilefertigung in der Kunststoffverarbeitung. Die Vielfalt der hergestellten Formteile reicht von kleinsten Komponenten wie Handy-Tasten bis hin zu kompletten Karosserieteilen von Autos. Kunststoff-Formteile werden in Losgrößen von mehreren Millionen hergestellt. Neben der Maßhaltigkeit sind Farbe und Appearance ein entscheidendes Qualitätsmerkmal.

Beim Spritzgießen handelt es sich um ein Verfahren, bei dem das verflüssigte Kunststoff-Rohmaterial unter Hochdruck in eine Form eingespritzt wird, die das gewünschte Formteil bildet. Zunächst rieselt das als Granulat oder Pulver angelieferte Polymer über einem Trichter in einen beheizten Zylinder mit der darin befindlichen Schnecke (Plastifiziereinheit). Während das Polymer von der rotierenden Schnecke gefördert wird, wird es durch die Wärme des Zylinders sowie die Friktionswärme plastifiziert und homogenisiert. Nach dem Plastifizierungsprozess wird die Schmelze durch die Spitze des Spritzgießwerkzeugs in die Form gebracht. Bei thermoplastischen Kunststoffen muss die Schmelze in der Form gekühlt werden, um die Dimensionsstabilität zu gewährleisten. Sobald das Formteil kalt ist, öffnet sich das Werkzeug und das Teil wird ausgeworfen.

Einfluss der Plastifizierung

Massetemperatur

Dominante Einflussgröße auf Farbe & Glanz:

- Hohe Massetemperatur → dunkler und blasser

Verweilzeit

Durchschnittlicher Einfluss auf Farbe & Glanz:

- Längere Verweilzeit → dunkler und blasser

Schneckendrehzahl

Geringer Einfluss auf Farbe & Glanz:

- Bauteile werden tendenziell heller

Einfluss der Spritzgießparameter

Werkzeugtemperatur

Dominante Einflussgröße auf Glanz:

- Polierte Oberfläche: Hohe Temperatur → Glanz ↑
- Erosierte Oberfläche: Hohe Temperatur → Glanz ↓

Einspritzgeschwindigkeit

Durchschnittlicher Einfluss auf Farbe:

- Hohe Einspritzgeschwindigkeit → amorphe Thermoplaste tendenziell heller
- Hohe Einspritzgeschwindigkeit → Unterschiedliche Auswirkung auf Farbe je nach Material

Dominante Einflussgröße auf Glanz:

- Polierte Oberfläche: Hohe Einspritzgeschwindigkeit → Glanz ↑
- Erosierte Oberfläche: Hohe Einspritzgeschwindigkeit → Glanz ↓

Einfluss der Fließweglänge

- Amorphe Thermoplaste → tendenziell dunkler
- Teilkristalline Thermoplaste → tendenziell heller

Einfluss des Grundmaterials:

PP/PMMA

Sehr farbstabil

Polyamide/ABS

Sensibel für Farbänderung (speziell im b-Wert)

- Hohe Verarbeitungstemperatur → dunkler
- Hohe Verarbeitungstemperatur → stärkerer Gelbstich

BYK-Gardner Lösungen



Farb- und Glanzmessung
spectro-guide



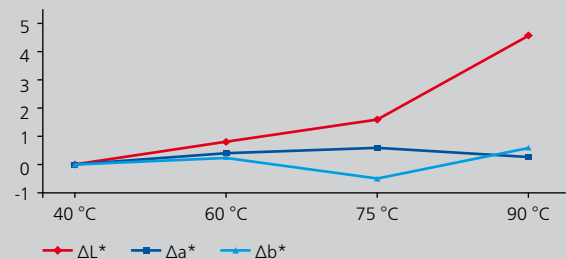
Probenhalter
Kleine Teile 11 mm

Prozesskontrolle

Jede wirtschaftliche Produktion strebt eine Erhöhung der Produktivität durch Verkürzung der Taktzeiten. Eine Reduzierung der Zykluszeiten kann im Spritzguss nur durch erhöhte Temperaturen oder Druck erzielt werden. Änderungen dieser Prozessparameter haben wiederum einen direkten Einfluss auf Farbe und Glanz. Es wird ein objektives QC-System benötigt, um ein hochwertiges Endprodukt zu garantieren.

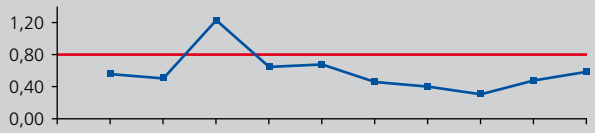


Bei unterschiedlicher Temperatur produzierten ABS Platten



Damit Farbe und Glanz gleich bleiben, sollte eine ausreichende, an der Produktionsrate angepasste Anzahl von Stichproben gewählt werden.

Toleranz ΔE*



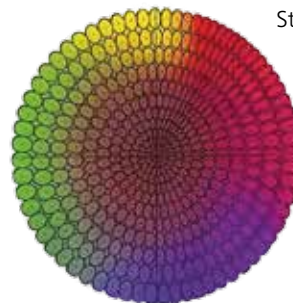
Da sich einige Farben in Abhängigkeit von der Temperatur des Probenkörpers verändern können (=Thermochromie), sollte die Farbmessung immer bei gleichbleibender Temperatur – im Idealfall der Temperatur des Endproduktes – vorgenommen werden, um vergleichbare Messergebnisse zu erzielen.

Thermochromie: Eine temperaturbedingte und vollständig reversible Änderung des Absorptionsverhaltens eines Materials im sichtbaren Wellenlängenbereich.



Einheitliches Erscheinungsbild

Homogenität und Beständigkeit in Farbe und Glanz wird als qualitativ hochwertig wahrgenommen. Die meisten Enderzeugnisse bestehen aus vielfältigen Komponenten und häufig werden diese Komponenten von verschiedenen Lieferanten an unterschiedlichen Standorten gefertigt. Nach Endmontage soll das fertige Produkt eine einheitliche Farbe aufweisen. Deshalb müssen nicht nur die Herstellungsverfahren überwacht, sondern auch die Gesamtharmonie des fertigen Produktes überprüft werden. Die entsprechenden Farbtoleranzen sind abhängig von der Anwendung sowie dem Farbton.



Studien konnten nachweisen, dass das CIELAB-Farbsystem nicht gleichabständig ist.

Im Diagramm ist der CIELAB-Farbraum in eine Vielzahl von elliptischen Mikro-Farbräumen aufgeteilt. Innerhalb einer Ellipse werden alle Farben als gleich empfunden. Wie an der elliptischen

Form klar erkennbar, werden Unterschiede im Farbton deutlicher wahrgenommen als Unterschiede im Chroma. Deshalb sind für den Farbton engere Toleranzen zu definieren. Brillante Farben haben größere Ellipsen als unbunte Farben und können dementsprechend mit größeren Toleranzen verwendet werden. Größe als auch Form der Ellipsen unterscheiden sich stark je nach Farbton. Daher müssen Toleranzen für jede Farbfamilie definiert werden. Während der letzten Jahre wurden mehrere neue Farbdifferenzformeln (ΔECMC – ΔE94 – ΔE99 – ΔE2000) mit dem Ziel entwickelt, die Übereinstimmung mit dem visuellen Empfinden zu verbessern.



Glanz
micro-gloss



Objektive visuelle Beurteilung
byko-spectra

Gleichbleibende Qualität bei der Profil- und Rohrextrusion

Sie sehen aus Ihrem Fenster direkt auf Ihre wunderschöne Terrasse. Beides, Fensterprofile sowie Terrassendielen wurden aus modernsten Materialien mit viel Liebe zum Detail ausgewählt. Was das mit der Qualitätskontrolle von Farbe und Glanz zu tun hat? Eine ganze Menge!

Kunststoff ist nicht nur das vielseitigste, sondern auch das wichtigste Material in der heutigen Welt. In der Vergangenheit wurden Produkte aus Plastik häufig als billig und von minderer Qualität eingestuft. Dieses Image hat sich über die Jahre völlig gewandelt, sogar soweit, dass je nach Anwendung Kunststoff dem Naturmaterial vorzuziehen ist. Beispielsweise sind mehr als 50 % der weltweit installierten Fenster mittlerweile aus Kunststoff – ein kontinuierlich wachsender Trend. Die Entwicklung neuer, innovativer Kunststoffmaterialien wird besonders für Anwendungen im Außenbereich gefordert. WPC Terrassendielen (Wood Plastic Composites) sind erst seit wenigen Jahren erhältlich und gewinnen rasch erhebliche Marktanteile. Hersteller verwenden das Merkmal „gleichbleibende Farbe und Glanz über 10/15/20 Jahre“ als wesentliches Qualitätskriterium, um sich vom Wettbewerb abzusetzen. Daher muss die Witterungsbeständigkeit sorgfältig und objektiv überprüft werden.

Prüfung der Witterungs- und Alterungsbeständigkeit

Die Bewitterung ist ein Routine-Leistungstest, der die Haltbarkeit von Kunststoffen unter extremen Wetterbedingungen prüft. Die bekanntesten Gebiete für Bewitterungsstudien sind Arizona und Florida. Um Temperatur, Feuchtigkeit oder UV bedingte Veränderungen zu simulieren, können Proben im Labor in Bewitterungsprüfgeräten beschleunigt bewittert werden.

Bewitterung: Ein photochemischer Prozess, bei dem eine Kombination aus Feuchtigkeit, Temperaturschwankungen und UV-Strahlung über eine gewisse Zeit die Materialeigenschaften verändert.



Wenn Kunststoffe im Außenbereich verwendet werden, kann die Einwirkung von Sonnenstrahlung in Verbindung mit Wärme und Feuchtigkeit, zu irreversiblen Materialveränderungen und im Laufe der Zeit zu ernsthafter Schädigung der Polymere führen. Das Ausmaß der Schädigung kann in Abhängigkeit vom Harzsystem, Additiven, Farbmitteln und Verarbeitungsbedingungen variieren.

Typische Auswirkungen:

- Kreiden
- Änderung in Farbe und Glanz
- Versprödung

Einige Farbstoffe wie Kohlenstoff absorbieren UV Strahlung und wirken wie ein UV-Stabilisator. Andere, nicht UV-stabile Pigmente und Farbstoffe, werden durch die UV-Strahlung angegriffen und ändern dementsprechend Ihre Farbe. Anorganische Pigmente werden tendenziell dunkler und matter, während anorganische Pigmente und Farbstoffe tendenziell verblassen. Thermoplastische und duroplastische Harze vergilben typischerweise durch UV-Strahlung, heißt sie erscheinen heller und gelber, mit entsprechend Zunahme des L*- und b*-Wertes.

BYK-Gardner Lösungen



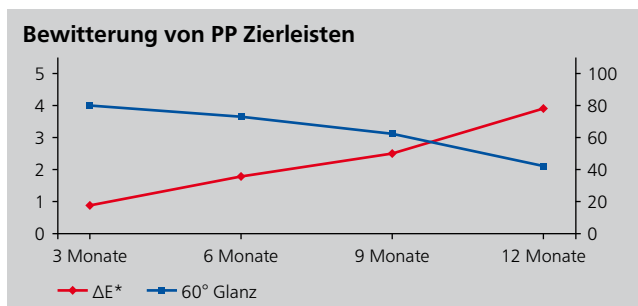
Farb- und Glanzmessung
spectro-guide



Glanz
micro-gloss



Objektive visuelle Beurteilung
byko-spectra



Gelbgrad

Für nahezu weiße oder farblose Produkte – wie Fensterrahmen – kann eine eindimensionale Kennzahl aus den Spektraldaten kalkuliert werden, der sog. Vergilbungsindex oder Gelbgrad (ASTM E313-73). Dieser Index misst den Grad, wie weit sich die Farbe einer Probe vom idealen Weiß entfernt hat. Je größer der Wert, desto Gelber erscheint die Probe.

$$YI = 100 \times \left[1 - \frac{0,847 Z}{Y} \right]$$

Typischerweise wird zunächst der Gelbgrad des Standards gemessen und als Referenz gesetzt. Proben (oder Änderungen des Standards) werden zu dieser Referenz verglichen und die Differenzen entsprechend kalkuliert. Positive Werte zeigen an, dass die Probe gelber ist als der Standard, negative Werte verweisen auf einen geringeren Gelbgrad.

Sehr häufig erscheinen solche Proben jedoch nicht nur gelber, sondern zeigen zusätzlich einen maßgeblichen Unterschied im Farbton und Helligkeit. Darum werden zur vollständigen Beschreibung des Farbunterschiedes von nahezu weißen oder farblosen Produkten die drei Maßzahlen ΔL*, Δa*, Δb* immer häufiger herangezogen.

Messung von gekrümmten Produkten

Gekrümmte Kunststoffprodukte wie Rohre reflektieren Farbe anders als flache Proben. Trifft Licht auf eine gekrümmte Oberfläche, wird die Reflexion des Lichts von der Krümmung abgelenkt. Um die Farbe exakt zu bestimmen, muss jedoch das gesamte, von der Probe reflektierte Licht erfasst werden.

Der Krümmungsradius der zu messenden Probe sollte den Durchmesser der Messöffnung mindestens um das Zehnfache übertreffen, um gute Messergebnisse zu erzielen. Falls dieses Verhältnis nicht eingehalten werden kann, wird empfohlen einen Probenhalter zu verwenden, der die Probe möglichst flach gegen die Messöffnung drückt. Zusätzlich sollte der Probenhalter als Sperre gegen einfallendes Fremdlicht fungieren.

Es empfiehlt sich eine Mittelwertbildung über verschiedene Bereiche der Oberfläche, um den Gesamteindruck der Probe zu beschreiben.



Probenhalter
Gekrümmte Teile



Zubehör für gekrümmte Teile
Zylinder Set

BYK-Gardner Lösungen für Kunststoffteile

Kunststoffrohmaterial

Kunststoff-Plättchen

Granulat

Zubehör

- byko-charts
- Glasküvette
- Nassaufzug-Schablone – C



Automobil-Innenraum

kleine – große Teile
flache – gekrümmte Teile

Zubehör

- Probenhalter „Kleine Teile 11mm“ für spectro-guide



Spritzgussverfahren

kleine – große Teile
flache – gekrümmte Teile

Zubehör

- Probenhalter „Kleine Teile 11mm“ für spectro-guide



Profil-/Rohrextusion

flache – zylindrische Teile

Zubehör

- Probenhalter „Gekrümmte Teile“
- Zubehör gekrümmte Teile – Zylinder Set



Unterhaltungselektronik

kleine – große Teile
flache – gekrümmte Teile

Zubehör

- Probenhalter „Kleine Teile 4mm“ für color-guide
- Probenhalter „BYK-mac 12 mm“





Glasküvette
Kat. Nr. 6136



Nassaufzug-Schablone- C
Kat. Nr. 6445



Probenhalter
Kleine Teile 11 mm
Kat. Nr. 6845



byko-charts
Kat. Nr. 2812



Probenhalter
Gekrümmte Teile
Kat. Nr. 6459



Zubehör gekrümmte Teile
Zylinder Set
Kat. Nr. 6464



Probenhalter
Kleine Teile 4 mm
Kat. Nr. 6825



Probenhalter
BYK-mac 12 mm
Kat. Nr. 6408



BYK-Gardner Lösungen für Kunststoffteile

BYK-Gardner Objektives Auge

BYK-mac i

Mehrwinkelfarb- und Effektkontrolle.

Kat. Nr. 7030 BYK-mac i 23 mm | Kat. Nr.7034 BYK-mac i 12 mm



spectro-guide

Farbe und Glanz in einem Gerät.

Kat. Nr. 6801 spectro-guide 45/0 | Kat. Nr. 6834 spectro-guide sphere
Kat. Nr. 6802 spectro-guide 45/0 S | Kat. Nr. 6836 spectro-guide sphere S

BYK-Gardner Software



smart-lab

Online Messung. Sofortige Datenanalyse.

Kat. Nr. 4862



micro-gloss

Die NEUE Intelligenz in der Glanzmessung.

Kat. Nr. 4446 micro-TRI-gloss I Kat. Nr. 4452 micro-TRI-gloss S

haze-gard i

Der objektive Standard für klare Durchsicht.

Kat. Nr. 4775

BYK-Gardner Lichtkabine



byko-spectra effect

Visuelle Beurteilung von Effektfarben.

Kat. Nr. 6027



byko-spectra

Definierte Beleuchtungsbedingungen für Unifarben.

Kat. Nr. 6047

Erleben Sie alle Produkte live in unseren Videos auf www.byk.com

BYK-Gardner GmbH

Lausitzer Straße 8
82538 Geretsried
Germany
Tel. 0-800-gardner
(0-800-4273637)
+49-8171-3493-0
Fax +49-8171-3493-140

BYK-Gardner USA

9104 Guilford Road
Columbia, MD 21046
USA
Phone 800-343-7721
301-483-6500
Fax 800-394-8215
301-483-6555

BYK-Gardner Shanghai Office

6A, Building A
Yuehong Plaza
No. 88 Hongcao Road
Xuhui District
Shanghai 200233
P.R. China
Phone +86-21-3367-6331
Fax +86-21-3367-6332