

Farbmessung. Präsentiert wurden überwiegend Farbmesslösungen für die automatische Kontrolle von typischen Rohstoffen wie Kunststoffgranulaten, Masterbatches oder auch Halbzeugen. Im Trend liegt die automatische Farb-Steuerung und Regelung.

Farben unter Kontrolle

Bevor die endgültigen Kunststoffprodukte durch Extrusion oder Spritzgießen entstehen, ist heute eine objektive Farbkontrolle unbedingt erforderlich. Nur Produkte, die in Aussehen und Farbton übereinstimmen, lassen sich zum vereinbarten Preis verkaufen. Eine wirklich objektive Farbbewertung in der gesamten Produktionskette besteht aber immer aus einer visuellen Kontrolle und einer objektiven Überprüfung mit Farbmessgeräten.

Visuelle Farbkontrolle mit LED-Licht-Technik

Die farbgenaue Reproduktion auf der Basis eines Farbstandards ist eine wesentliche Voraussetzung, um die immer größeren Anforderungen an die Qualitätssicherung und den Zwang zur Kostenreduzierung zu erfüllen. Neben einer messtechnischen Qualitätskontrolle ist das visuelle Urteil über die erreichte farbliche Übereinstimmung die wichtigste Voraussetzung. Den größten Ein-



Bild 1. Kalibrierte LED-Lichttechnik in Normlichtkabinen (Foto: Schröder)

fluss bei der visuellen Abmusterung spielt die Beleuchtung. Falsches Licht führt zu Fehlurteilen und damit zwangsläufig zu Reklamationen und zu erhöhten Kosten im Produktionsprozess.

Metamerie nach DIN 6172

Farben und Farbstoffe können visuell den gleichen Farbeindruck erwecken, obwohl sie in ihrer chemischen oder spektra-

len Zusammensetzung unterschiedlich sind. Häufig wird gefordert, dass diese unterschiedlichen Materialien farblich identisch sein sollen, beispielsweise die textile Innenausstattung und das Armaturenbrett aus Kunststoff in einen Pkw. Werden solche Materialien unter verschiedenen Lichtbedingungen beurteilt, können diese unter einer bestimmten Lichtart identisch aussehen und sich unter einer anderen Lichtart völlig unterscheiden.

Die heute überwiegend zur Farbarmusterung eingesetzten Farbarmusterungssysteme auf der Basis von Leuchtstofflampen erfüllen zwar die Anforderungen der derzeit gültigen Standards für die Farbarmusterung. Die Leuchtstofflampe ist eine günstige Lichtquelle für eine Farbarmusterungskabine,

die spektrale Verteilung dieser Leuchten weist allerdings mehrere Spitzen, sogenannte Peaks auf, die von den verschiedenen Gasentladungen in der Leuchtstofflampe herrühren und Einfluss auf die Farbwiedergabeeigenschaften der Beleuchtung haben. Eine weitere Problematik beinhaltet das Alterungsverhalten der Leuchtstofflampe. Die in den Leuchtstofflampen als Leuchtstoff eingesetzten Phosphorarten verändern mit zunehmender Alterung ihre Lichtfarbe. Diese Farbortverschiebung wird vom menschlichen Auge sehr deutlich wahrgenommen. Alternative Lichtquellen wie gefiltertes Halogenlicht oder Xenon sind zwar gute Simulatoren für unterschiedliche Tageslichtspektren, doch sind sie auch sehr teuer und kurzlebig.

Der **Just Normlicht GmbH**, Weilheim, ist es nun erstmalig gelungen eine multispektrale LED-Lichtquelle zu entwickeln, mit der jedes beliebige Lichtspektrum hochwertig nachgebildet werden kann. Mit dieser multispektralen LED-Lichtquelle ist es möglich, nicht nur die Tageslichtarten D65, sondern auch andere Lichtarten wie A, C, D50, D55, D75 oder auch Kunstlichtarten jeglicher Art in hervorragender Qualität zu simulieren. Zur Vermeidung von Metamerie durch optische Auffehler werden auch UV-Anteile berücksichtigt.

Das LED Color Viewing Light (Bild 1) ist das erste Normlichtgerät weltweit, das die Eigenschaften der LED-Technologie

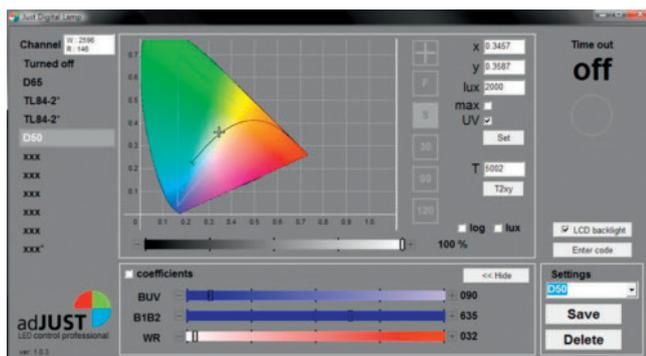


Bild 2. Software der neuen Lichtkabine (Foto: Just Normlicht)

ARTIKEL ALS PDF unter
www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU110645



Bild 3.
Die Gonio Vision Box (Foto: Cramer, Münster)

in einem mehrstufigen Kalibrierungsverfahren kontrolliert und bei dem jede einzelne multi-spektrale LED-Lichtquelle permanent während des Betriebs kalibriert wird.

Durch den Einsatz dieser modernen Lichttechnik ist es nun auch möglich, einen riesigen Lichtfarbraum mithilfe einer speziellen Software (**Bild 2**) in höchster Güte zu simulieren und damit alle möglichen Anwendungen in einem Gerät zu realisieren. Ein weiterer großer Vorteil ist die 10-mal längere Lebensdauer der LED-Lichtquellen im Vergleich zur herkömmlichen Leuchtstofflampe-technik und einer nahezu 100-mal längeren Lebensdauer im Vergleich zur Halogentechnik mit Filter.

Visuelle Bewertung von Effektoberflächen nach ASTM E 2539-2008

Für die visuelle Bewertung von Effektoberflächen reichen herkömmliche Normlichtkabinen nicht aus. In der neuen ASTM E 2539-08 – Farbmessung an Interferenzpigmenten – werden zwei Beleuchtungsrichtungen empfohlen.

- 45°-Beleuchtung sowie Messung und Bewertung unter sechs Winkeln: -15°, 15°, 25°, 45°, 75° und 110° vom Glanz.
- 15°-Beleuchtung sowie Messung und Bewertung unter zwei Winkeln: -15° und 15° vom Glanz.

Laut Standardisierungsorganisation ASTM International, West Conshohocken, Pennsylvania/USA, ist diese Anordnung erforderlich, um optimal Unterschiede bei den Interferenzpigmenten zu beschreiben. Diese Messanordnung findet sich auch in den neuesten Mehrwinkelfarbmessgeräten wie das BYK-mac (**BYK-Gardner GmbH**, Wesel) und im X-Rite MA98 (**X-Rite Europa GmbH**, Regensdorf/Schweiz, oder **X-Rite Inc.**, Grand Rapids, MI/USA).

Gerade die neuen Farbtoneffekte an lackierten Zulieferteilen aus Kunststoff in der Automobilindustrie erfordern diese unterschiedliche Beleuchtungsrichtungen und Beobachtungsrichtungen.

Die von **Merck KGaA**, Darmstadt, entwickelte Gonio Vison Box erfüllt alle diese Bedingungen. Dieses Tool simuliert alle am Markt befindlichen Farbmesssysteme in ihrem Aufbau. Somit ist der Nutzer in der Lage, die von einem Mehrwinkelfarbmessgerät gemessenen Farbdifferenzen mit dem Auge genau nach zu stellen (**Bilder 3 und 4**).

Objektive Farbmessung beginnt bei den Rohstoffen

Die Farbmessung ist eine seit vielen Jahren eingeführte Methode für die Überprüfung der Farbqualität. Diese Prüfung erfolgt im Allgemeinen am ferti-

gen Endprodukt, mittels manuell entnommener Proben direkt aus der Produktion oder durch automatisierte Messverfahren.

Dabei unterscheidet man folgende drei Arten:

- Offline: Das Messergebnis liegt nach Stunden vor, schlecht geeignet für einen Prozesseingriff. Offline-Messungen werden überwiegend im Labor durchgeführt.
- Online: Das Messergebnis (vom fertigen Produkt) liegt nach Sekunden vor, jedoch sehr viel später im weiteren Prozessverlauf, bedingt ge-

eignet für den sofortigen Prozesseingriff.

Inline-Farbmessung direkt in der Kunststoffschmelze

Die **ColVisTec AG**, Berlin, präsentierte eine Inline-Farbmess-technik, die zum ersten Mal den Einsatz der spektralen Farbmessung direkt in der Kunststoffschmelze erlaubt. Kontinuierliche Farbmessung direkt in der Kunststoffschmelze im Extruder bedeutet eine lückenlose Dokumentation der Änderungen im



Bild 4. Effektlacke benötigen spezielle Lichtkabinen
(Foto: Cramer, Münster)

eignet für einen möglichst rechtzeitigen Prozesseingriff. Wird überwiegend am fertigen Produkt oder Halbzeug durchgeführt.

- Inline: Das Messergebnis liegt nach Sekunden vor, direkt in der Schmelze am Extruderausgang, sehr gut

Prozess und ermöglicht den sofortigen Eingriff bei Toleranzüberschreitungen. Vollständige Informationen über Homogenität der Kunststoffschmelze und evtl. Driften werden hervorgerufen durch Prozessparameter wie Temperatur-, Druck- und Ge- →



Bild 5. RPMP-Messsonde für den Einbau in Extruder (Foto: ColVisTec, Berlin)

schwindigkeitsschwankungen oder falsche Auswahl der Schneckenkomponenten bzw. Schwankungen in der Dosierung und Qualität der eingesetzten Rohstoffe. Diese Einflüsse, einzeln oder in ihrer Kombination, führen immer zu Farbänderungen und somit Qualitätsproblemen. Diese werden mit der Inline-Technologie sofort erkannt, und eine Fehlcharge bzw. Kontamination wird vermieden.

Das Herzstück der Inline-Farbmessung ist ein Spektralphotometer. Dieses unterscheidet sich von den bisher im Offline-Bereich eingesetzten Spektralphotometern wesentlich. Mit der Kombination von

kontrollierte geeigneten Software. Diese ist leicht zu bedienen und sehr gut in die Prozessführung integrierbar.

Die spezielle Messsonde RPMP (Reflection Polymer Melt Probe) ist für die Anwendung direkt im Extruder an der



Bild 6. Online-Farb- und -Regelsystem (Foto: X-rite Inc.)

Kunststoffschmelze entwickelt worden.

Die Sondenspitze, mit einer selbstreinigenden Saphirlinse als Beobachtungsfenster, ist ausgeführt mit dem bekannten Gewinde 1/2" 20 UNF (Typ: Dynisco) für den Einbau in den Extruder. Es lässt sich sehr leicht in eine bestehende Gewindebohrung am Extruderausgang integrieren. Die hierfür am besten geeignete Position ist die Kammer zwischen dem Schneckenende und der Austrittsdüse.

Diese neuartige, kontinuierliche Überwachung durch Inline-Farbmessung steht für die Minimierung von Ausschuss und Vermeidung von immensen Kosten u.a. für Arbeitszeit, Verzögerungen bei Lieferer-

min, Rohstoffeinsatz, Rezepturoptimierung und lückenlosen Qualitätsnachweis (Bild 5).

Regelsystem zur Farbsteuerung an extrudierten Kunststoffprodukten

X-Rite Inc. und Plastore Inc., Hudson, OH/USA, stellen ein automatisches Regelsystem für die Online-Überwachung an extrudierten Produkten wie z. B. Kunststofffensterprofile vor (Bild 6).

Das System verwendet farbmessungsmetrische Daten des VeriColor-Spectro-Inline-Spektrofotometers von X-Rite für die automatische Steuerung und Justierung der Zufuhr rate des Materialflusses, um die voreingestellten Farbtoleranzen beizubehalten. Gleichzeitig erfasst das System auch Schüttdichteveränderungen der Farbkonzentrate und

Halbzeugen. Es arbeitet höchst effektiv, wenn es für Standardfarbabweichungen zwischen Produkt und einem Idealstandard eingesetzt wird. Das ColorTend HT misst berührungslos, überwacht das Produkt und übermittelt die Information über Farbe und Höhe an das Hand-Held-Bedienertermi-nal, die Utility-Software oder an den optionalen Analogausgang. Der Sensor benötigt keinen direkten Kontakt zum Produkt und ist daher für unterschiedliche Kunststoffprodukte bestens geeignet.

Das Messsystem arbeitet mit einer 0°/30°-Messgeometrie und verwendet die neueste, vom Umgebungslicht unabhängige LED-Beleuchtungstechnik (Bilder 7 und 8).

Online-Messung auch an heißen Spritzgussteilen

Einen Lösungsansatz zur zeit- und kostensparenden Produktion bietet die vollautomatisch laufende Online-Farbmessung, die direkt in die Produktion von Spritzgussteilen integriert werden kann. Voraussetzung ist eine hohe Reproduzierbarkeit der Messungen unter Berücksichtigung von schwankenden Temperatureinflüssen. Das Problem war bisher, dass die Farbe durch die Temperatur beeinflusst wird. Die Farbmessung kann nur dann durchgeführt werden, wenn die Teile erkaltet sind, was zu einer weiteren Zeitverzögerung führt. Daher muss der Temperatureinfluss bei der Farbmessung der heiß aus der Produktionsanlage kommenden Formteile mit berücksichtigt werden.

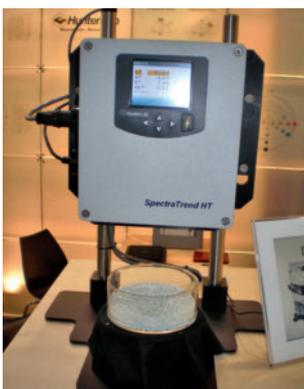


Bild 7. Hunterlab SpectraTrend an Kunststoffgranulat (Foto: Schröder)

Glasfasertechnologie mit besonderen optischen Komponenten wird eine sehr feine Auflösung mit sehr stabilen Ergebnissen erreicht. Komplettiert wird das System mit einer umfangreichen, für die Prozess-

Farbenveränderungen, die durch Oberflächenänderungen verursacht werden. Durch die ACLCC (Automated Closed-Loop Color Control) erlaubt das System somit eine automatische Farbnachregelung im laufenden Produktionsprozess und gegebenenfalls eine automatische Ausschussregelung, die dann im Zusammenspiel mit weiteren gravimetrischen Systemen die Ausschussware erneut dem Produktionsprozess zuführt.

Hunterlab Inc., Reston, VI/USA, präsentiert mit dem SpectraTrend HT ebenfalls ein sehr vielseitig einsetzbares, kostengünstiges Spektralphotometer für die Online-Prozessüberwachung an Kunststoffgranulaten bis hin zu extrudierten



Bild 8. Spektralphotometer mit umgebungsunabhängiger LED-Beleuchtung (Foto: Schröder)



Als Ergebnis eines im Rahmen der ZIM-Projektförderung (ZIM: Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand) durchgeführten Forschungsprojekts, das in Zusammenarbeit der **ColorLite GmbH**, Katlenburg-Lindau, mit dem **Süddeutschen Kunststoffzentrum (SKZ) GmbH**, Würzburg, bearbeitet wurde, konnte eine Lösung dieses Thermo-chromieproblems entwickelt werden. Es hat sich gezeigt, dass die Temperaturverteilung innerhalb der Spritzgussteile sehr inhomogen ist. Durch die gleichzeitige Aufnahme von Temperatur und Spektralwerten an der exakt gleichen Stelle der Oberfläche wird die „Thermo-chromie“ in Echtzeit kompensiert, sodass eine Anpassung der Farbe noch während des Produktionsprozesses möglich wird. Die Farbmessung erfolgt nach der 45/0° Geometrie in einem Abstand von 30 mm. Die Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Auswertungs- und Steuerungssystemen ist problemlos (**Bilder 9 und 10**).

Offline-Farbmessung an unterschiedlichen Kunststoffprodukten

Die Anforderungen an die Farbmessung sind wegen der extremen Proben-Vielfalt bei Kunststoffprodukten besonders anspruchsvoll. **Konica Minolta Sensing Europe B.V.**, Nieuwegein/Niederlande stellte mit

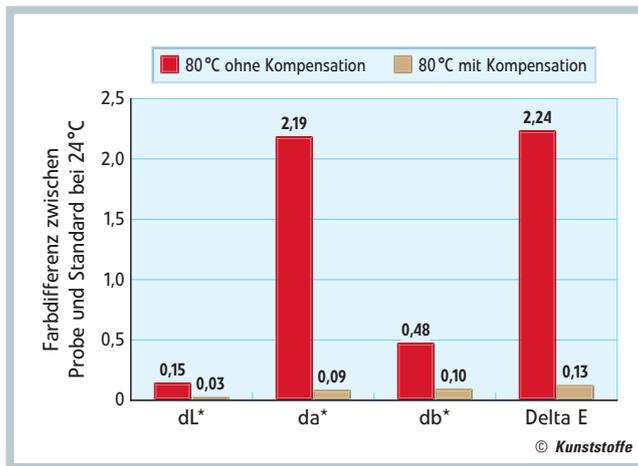


Bild 9. Durch Temperaturkompensation ist im Online-Prozess sofort die Farbe des Endprodukts zu erkennen (Foto: ColorLite GmbH)

dem CM5 ein universelles Farbmessgerät für nahezu alle Offline-Laborfarbmessungen aus dem Kunststoffbereich vor.

Der Kunststoffbereich umfasst Materialien von Rohstoffen wie Granulate und Farbpasten bis hin zu opaken, transluzenten und transparenten Halbzeugen und Fertigprodukten.

Ein Instrument, das diese breite Palette von Produkten erfassen kann, muss nicht nur im Hinblick auf die Messverfahren flexibel sein, dies gilt noch mehr in Bezug auf seine Benutzerfreundlichkeit. Gefordert ist ein möglichst geringer Zeitaufwand für die Probenvorbereitung, sodass schnelle Routine-Messungen im Labor oder eine ebenso schnelle Steuerung der Produktion gewährleistet sind (**Bild 11**).

Das neue Bench-Top-Spektralphotometer CM-5 von Konica Minolta bietet genau diese Kombination aus Vielseitigkeit



Bild 11. Universal-Farbmessgerät CM 5 bei der Messung von Kunststoff-Preforms (Foto: Schröder)

und Bedienkomfort, um alle oben genannten Anforderungen zu erfüllen. Das Top-Port-Konzept ermöglicht eine einfache Proben-Positionierung und -Messung von festen Kunststoffproben und bei Verwendung gläserner Küvetten von Proben in Granulat- oder Pulverform. Ohne Aufwand kann die Geräteabdeckung einfach zur Seite geschoben werden, und es öffnet sich die große Transmissions-Kammer zur Messung transparenter Festkörper wie Kunststofffolien, Preforms oder transparenter Kunststoffteile wie sie zur Transmissions-Messung erforderlich sind. Die volle Autonomie wird durch eine umfangreiche interne Software in sieben Landessprachen und einen großen, farbigen LCD-Bild-

schirm für die numerische und grafische Darstellung der Messdaten oder der einfachen Pass/Fail-Bestimmung gewährleistet. Weitere Funktionen wie die automatische Kalibrierung, die Speicherung einzelner Benutzer-Einstellungen auf einem USB-Stick oder die einzigartige „Bedienführung“, unterstreicht die Bedienungs-freundlichkeit des Konica Minolta CM-5.

Fazit

Vorgestellt wurden überzeugende Systeme zur Online- und Inlinemessung für die Farbkontrolle. Da es sich überwiegend um Versuchsaufbauten handelte, gilt es, diese noch in der Praxis zu erproben. Ein-

deutig ist der Trend, die Messungen möglichst am Produktionsanfang vorzunehmen. ■

DER AUTOR

DIPL.-ING. UWE SCHRÖDER ist Inhaber der FMTS Farbmess-technik Schröder, Velbert; info@farbmessung.com

SUMMARY COLORS UNDER CONTROL

COLOR MEASUREMENT. The exhibit presented largely color measurement solutions for automatic control of typical materials such as plastic pellets, masterbatches or semi-finished goods, exemplifying the trend toward fully automatic control of color.

Read the complete article in our magazine **Kunststoffe international** and on www.kunststoffe-international.com

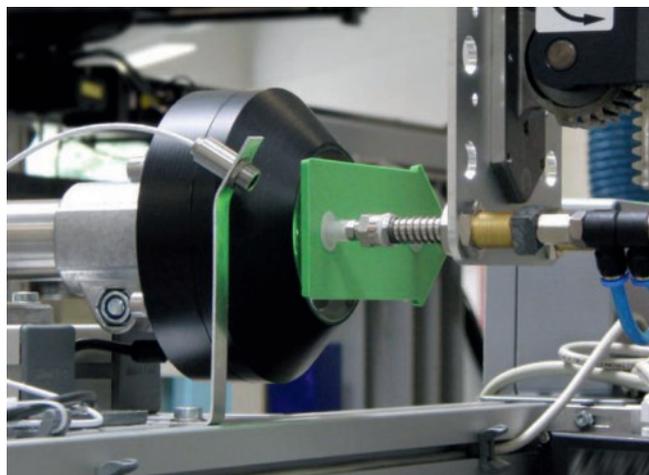


Bild 10. Online-Farbmessung an der Spritzgießmaschine mit Temperatur-Kompensation (Foto: ColorLite GmbH)