



Ein konstanter Farbton von Produkten ist entscheidend für die Qualität (Foto: Wittmann-Battenfeld)

Den richtigen Farbton getroffen?

Online-Farbmessung. Der richtige Farbton eines Produkts ist häufig ein wichtiges Qualitätskriterium in der Fertigung. Jedoch können material- und prozessbedingte Farbabweichungen immer wieder zu Fehlproduktionen führen. Ein neu entwickeltes Farbmessgerät macht nun die Anpassung des Farbtons schon während des Produktionsprozesses möglich.

THOMAS ZENTGRAF U. A.

Farbe und Design eines Produkts spielen bei der Kaufentscheidung eine wichtige Rolle. Eine Optimierung der Farbabstimmung benachbarter verbauter Teile oder auch von Produkten des gleichen Herstellers ist somit unerlässlich [1]. Spritzgießverarbeiter sind daher verpflichtet, bei der Herstellung farbiger Kunststoffzeugnisse – innerhalb sehr enger Toleranzen – für eine konstante Farbqualität (**Titelbild**) zu sorgen.

Schwankungen im Einfärbemittel (z. B. Masterbatches oder Flüssigfarben) sowie im Fertigungsprozess erzeugen jedoch immer wieder Farbabweichungen und führen letztlich zu Fehlproduktionen und Ausschuss [2]. Da die Farbe ausgeprägt temperaturabhängig ist, muss vor einer klassischen Farbmessung im Labor zu-

mindest so lange gewartet werden, bis das Formteil ausreichend abgekühlt ist [3]. Bei eng gesetzten Farbtoleranzen können Fehlproduktionen dadurch erst spät erkannt werden. Das führt häufig dazu, dass die Produktion einer ganzen Schicht verworfen werden muss, wenn die zulässigen Farbabweichungen überschritten werden.

Farbdifferenz kompensieren

Für die Lösung dieser Problematik hat die ColorLite GmbH, Katlenburg-Lindau, in einem Kooperationsprojekt mit dem Süddeutschen Kunststoff-Zentrum (SKZ), Würzburg, ein spezielles Online-Farbmessgerät entwickelt, das die temperaturabhängige Farbdifferenz kompensieren kann. Dieses Spektralphotometer enthält in seinem Messkopf drei leistungsstarke LED-Lampen, die die Probe unter 45° beleuchten (**Bild 1**). Das von der Probe remittierte Licht wird bei 0° gemessen, wodurch der Glanzanteil ausge-

schlossen wird und somit die ermittelten Farbdifferenzen der visuellen Farbwahrnehmung nahe kommen [4]. Die Farbmessung erfolgt berührungslos in einem Abstand von 30 mm. Dies ist zwingend notwendig, um eine Temperaturbeeinflussung durch das Messobjekt zu vermeiden und um eine gleichzeitige Messung von Farbe und Temperatur an derselben Stelle zu ermöglichen.



Bild 1. Messkopf des Spektralphotometers mit adaptiertem IR-Thermometer (Foto: SKZ)

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU110845

Die leistungsstarken LED-Lampen erzeugen eine große Menge Licht im Bereich des Messflecks. Dadurch lässt sich zum einen eine kürzere Messzeit realisieren und zum anderen ist das System unempfindlich gegenüber kleinen Entfernungsänderungen zwischen Messkopf und Probe. Die Kompensation des Fremdlichts erfolgt durch die entwickelte Software. Alle 10 Messungen wird ein Referenzbild zur Korrektur herangezogen, um die Änderungen der Lichtverhältnisse kontinuierlich zu berücksichtigen.

Für die Temperaturmessung wird ein Miniatur-Pyrometer der Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG, Ortenburg, eingesetzt, das seitlich am Messkopf des für die Untersuchungen eingesetzten Prototypen adaptiert ist. Durch die Größe des Messkopfs kann die Temperaturmessung mit Infrarot nicht idealerweise senkrecht erfolgen, sondern nur in einem bestimmten Winkel. Das kann Ungenauigkeiten bei der Bestimmung der Temperatur zur Folge haben. Daher ist in der Weiterentwicklung des Online-Farbmesssystems geplant, das Pyrometer zukünftig in den Messkopf zu integrieren, um die Temperaturmessung noch weiter zu optimieren.

Integration in den Spritzgießprozess

Neben der Entwicklung des Farbmessgeräts war ein wesentlicher Arbeitsschwerpunkt des Kooperationsprojekts die Integration des Messsystems in den Spritzgießprozess, um eine automatisierte 100 %-Qualitätskontrolle zu ermöglichen. Wichtig dabei ist, dass die Farbmessung reproduzierbar an der gleichen Stelle des Formteils und in demselben Abstand zum Messkopf erfolgt. Für die Untersuchungen im Technikum des SKZ stand hierzu ein Handlinggerät (Gerätetyp W821) der Wittmann-Battenfeld GmbH, Kottlingbrunn/Österreich, zur

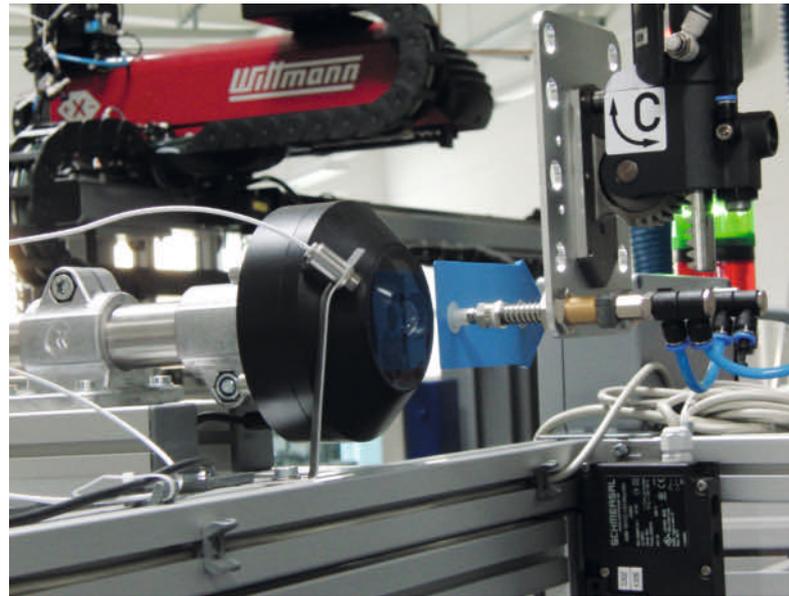


Bild 2. Farbmessung am noch „warmen“ Formteil (Foto: SKZ)

Verfügung. Der Messkopf mit dem adaptierten IR-Thermometer wurde an die Einhausung der Ablagefläche für das Handlinggerät montiert.

Das Handlinggerät entnimmt das spritzgegossene Formteil aus dem Werkzeug und positioniert es vor dem Messkopf (**Bild 2**). Hat es die vorgegebene Position erreicht, wird durch ein Triggersignal die Farb- und Temperaturmessung in der Software ausgelöst. Je nach Ergebnis der Farbmessung erhält das Handlinggerät eine Rückkopplung von der Software, ob die Farbwerte innerhalb der vorgegebenen Toleranzen liegen. Sind die Farbabweichungen zu groß, werden über eine Qualitätsweiche die fehlerhaften Teile von den restlichen Gutteilen getrennt. Dies ermöglicht zum einen das Aussortieren von einzelnen mangelhaften Teilen bei Schwankungen im Fertigungsprozess und zum anderen werden Fehlproduktionen, z.B. nach Chargenwechsel, schnell erkannt.

Für ein voll funktionierendes System musste nicht nur die Farbmessung automatisiert werden, sondern auch die Kali-

brierung des Messgeräts mit dem Weißstandard. Bei den Untersuchungen im Technikum wurde der Weißstandard auf einem freien Platz auf der Ablagefläche der Einhausung deponiert. Für die Kalibrierung nimmt das Handlinggerät den Standard auf, positioniert ihn (wie bei der Farbmessung) vor den Messkopf und löst mit einem Triggersignal über einen anderen Peripherieausgang die Kalibrierung in der Software aus. Anschließend legt es den Weißstandard wieder auf seinem vorgegebenen Platz ab und fährt im Zyklus weiter fort. Die Kalibrierung wird vor der ersten Messung durchgeführt und später in bestimmten Intervallen (z. B. alle 20 oder 30 Zyklen) wiederholt. Wenn im Zyklus zu wenig Zeit verbleibt, um die Kalibrierung per Handlinggerät auszuführen, kann der Weißstandard alternativ durch ein zusätzliches Linearsystem oder eine Klappvorrichtung in die Position vor dem Messkopf gebracht werden. Über einen Endschalter kann dann das Messsignal für die Software ausgelöst werden.

Farbwerte weichen kaum ab

Um eine temperaturabhängige Farbkorrektur durchführen zu können, muss zunächst das Thermochromieverhalten bekannt sein. Aus diesem Grund werden von dem zu messenden Formteil Abkühlkurven aufgenommen. Hierzu wird das Formteil nach der Entnahme aus dem Werkzeug vor den Messkopf positioniert und anschließend eine Dauermessung im Intervall von 10 s ausgelöst bis das Formteil auf Umgebungstemperatur abgekühlt ist. Dadurch wird der Zusammenhang zwischen den Farbwerten L^* , a^* , b^* und

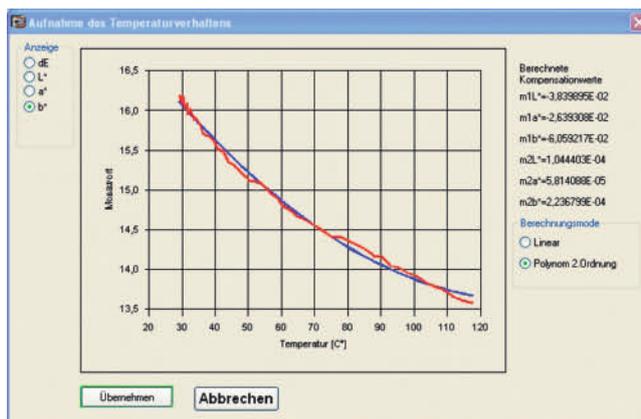
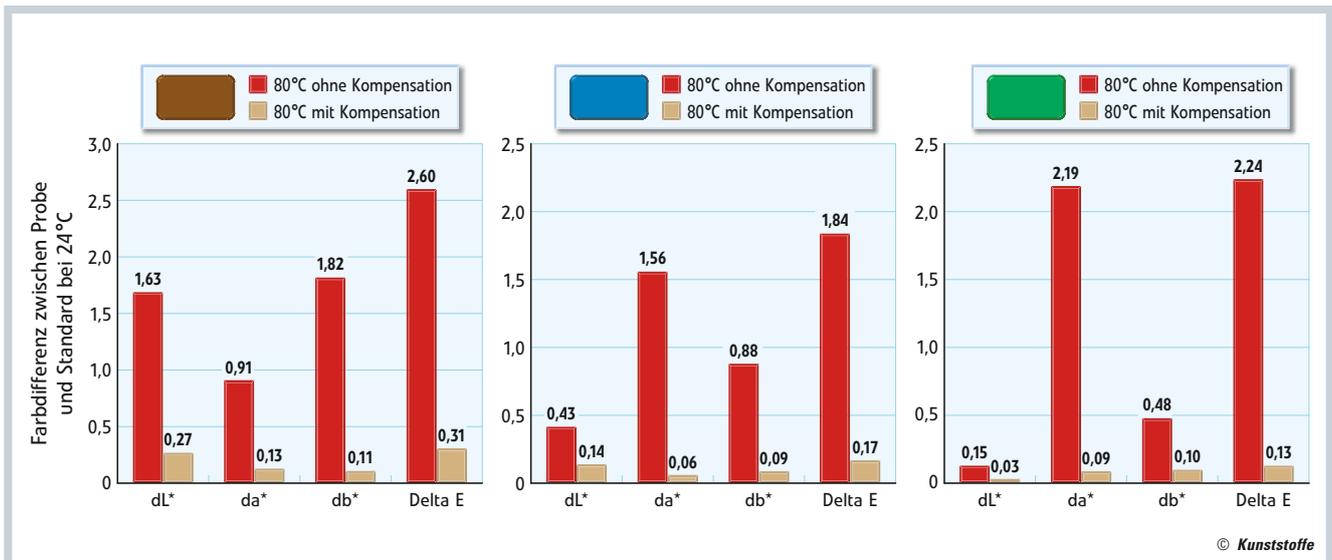


Bild 3. Gemessene Werte (rot) und Ausgleichsfunktion (blau) für den b^* -Wert einer braunen Farbprobe

(Quelle: ColorLite)



© Kunststoffe

Bild 4. Messwerte mit und ohne Kompensation für verschieden eingefärbtes Polyamid: braun (links), blau (Mitte) und grün (rechts) (Quelle: ColorLite)

der Temperatur aufgezeigt. Über eine Regressionsrechnung kann nun wahlweise eine lineare oder polynome Ausgleichsfunktion ermittelt werden (Bild 3).

Im Technikum des SKZ wurden aus blau, braun und grün eingefärbtem Polyamid (Typ: Ultramid A3W, Hersteller: BASF) Platten hergestellt, mithilfe der Abkühlkurven die jeweiligen Ausgleichsfunktionen berechnet und im Anschluss Online-Farbmessungen zur Überprüfung des Messsystems durchgeführt. Bei der gewählten Vorlauftemperatur von 30°C des Temperiermediums der Werkzeugkühlung beträgt die Oberflächentemperatur am Formteil zum Zeitpunkt der Messung ca. 80°C.

Die Unterschiede zwischen den Farbabständen einer online gemessenen Probe mit und ohne Thermochromiekompensation ist in Bild 4 dargestellt. Die ersten Ergebnisse mit dem Online-Farbmessgerät fielen sehr positiv aus. Ohne die Thermochromiekompensation wären die ermittelten Farbabweichungen deutlich außerhalb der zulässigen Farbtole-

ranz. In Wirklichkeit jedoch weichen die Farbwerte im vorliegenden Fall kaum vom vorgegebenen Standard ab. Für die Farbdifferenz sind weitestgehend die Thermochromieeffekte verantwortlich. In den Untersuchungen zeigte sich, dass eine polynomische Anpassung das tatsächliche Temperaturverhalten besser widerspiegelt. Bei Temperaturunterschieden von ca. 50°C weicht die berechnete Farbe im Schnitt lediglich um ca. 0,1 Delta E (dE) ab und liegt damit unterhalb der Messunsicherheit.

Fazit

Es konnte nachgewiesen werden, dass die Integration des Farbmessgeräts in die laufende Fertigung, einschließlich der Kommunikation zwischen den verschiedenen Systemen, problemlos funktioniert. Auch ein Transfer des Equipments auf eine andere Fertigungslinie ist durch den modularen Aufbau leicht möglich.

Für die Versuche wurden plattenförmige Bauteile als Untersuchungsobjekte herangezogen, bei denen eine ausreichend große und plane Oberfläche für die Farbmessung zur Verfügung steht. Für Messungen an engen oder gekrümmten Oberflächen ist das Online-Farbmesssystem in seinem aktuellen Aufbau nur bedingt geeignet.

Abschließend ist festzuhalten, dass störende Umgebungseinflüsse, wie beispielsweise Fremdlicht durch Neonlampen oder direkte Sonneneinstrahlung, bisher nur ansatzweise untersucht werden konnten. Auch die Verifizierung des Messsystems für verschiedene matte, glänzende und auch strukturierte Oberflächen ist bislang noch offen. Die gewon-

nenen Erkenntnisse stimmen jedoch zuversichtlich, dass eine Serienreife des neuen Online-Farbmesssystems in naher Zukunft verwirklicht wird. ■

DANK

Das Projekt wurde über die AiF im Rahmen der ZIM-Projektförderung (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert. Für die finanzielle Unterstützung danken die ColorLite GmbH und das Süddeutsche Kunststoff-Zentrum. Dank gilt weiterhin der Wittmann-Battenfeld GmbH für die Bereitstellung der gesamten Versuchsanlage sowie der BASF SE und der Grafe Colorbatch GmbH, Blankenhain, für die großzügigen Materialspenden.

LITERATUR

- 1 Ullmann, K.: Einfärben mit Masterbatches. SKZ-Seminar „Einfärben von Kunststoffen“, Würzburg 2008
- 2 Bastian, M.: Einfärben von Kunststoffen. 1. Aufl. Carl Hanser Verlag, München 2010, S. 215 ff.
- 3 Gilmor, C.: In-line color monitoring of polymers during extrusion using a charge coupled device spectrometer. Thesis, University of Toronto 2000
- 4 N.N.: Exakte Farbkommunikation – Vom Farbgefühl bis zur objektiven Messung. Broschüre Minolta Co. Ltd., Deutschland 2002

DIE AUTOREN

THOMAS ZENTGRAF, geb. 1979, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Süddeutschen Kunststoff-Zentrum (SKZ), Würzburg; t.zentgraf@skz.de

DR.-ING. PETER HEIDEMEYER, geb. 1959, ist Geschäftsführer für Forschung und Entwicklung am SKZ, Würzburg.

PROF. DR.-ING. MARTIN BASTIAN, geb. 1966, ist Institutsdirektor des SKZ, Würzburg.

DR.-ING. DAVID PRYOR, geb. 1961, ist Geschäftsführer der ColorLite GmbH, Katlenburg-Lindau.

Kontakt

SKZ – KFE gGmbH
Kunststoff-Forschung und
-Entwicklung
D-97076 Würzburg
TEL +49 931 4104-232
→ www.skz.de

ColorLite GmbH
D-37191 Katlenburg-Lindau
TEL +49 5552 999581
→ www.colorlite.de