

Automatisierte Farbmessung bei Schüttgütern

Inline, online oder atline – nur nicht offline

Mit automatisierter Farbmessung ist eine Kontrolle der Granulatfarbe direkt in der Produktion möglich. Das spart Zeit, erhöht die Prozesssicherheit sowie die Qualität und reduziert den Ausschuss. Umsetzen lässt sich das durch ein speziell dafür entwickeltes Farbmesssystem.



Mit dem Messsystem sind Farbanalysen inline, online und atline möglich. Das erlaubt ein schnelles Eingreifen noch während der Produktion. © SKZ

In der Compoundierung liegen viele der eingesetzten und produzierten Materialien als Schüttgüter vor. Als Zwischenprodukte bestimmen sie häufig die Qualität des Endprodukts. Deshalb ist eine prozessnahe Qualitätskontrolle ausschlaggebend für ein qualitativ hochwertiges Endprodukt.

Das gilt natürlich auch für farbige Granulate. Farben sind eng mit Emotionen verbunden. Beispielsweise wird Blau häufig mit Entspannung assoziiert, Rot mit Passion und Grün mit Harmonie [1]. Auch der Wiedererkennungswert von Marken hängt sehr oft mit deren Farbe zusammen. Die Farbe von Kunststoffen ist neben der Form das erste wahrgenommene Merkmal eines Produkts. Menschen fallen oftmals innerhalb von circa

90 Sekunden die Entscheidung, ob sie ein Produkt kaufen. Diese Entscheidung ist zu 62 bis 90 % allein von der Farbe abhängig [2]. Dabei erwecken selbst kleine Farbunterschiede den Eindruck einer mangelnden Qualität, auch bei ansonsten einwandfreien technischen Eigenschaften. Deshalb werden enorm hohe Anforderungen an die Qualität und Konstanz der Farbe gestellt.

Aufgrund dieser hohen Anforderungen ist eine laufende Qualitätskontrolle essenziell. Klassisch erfolgt diese über die Analytik im Labor. Dafür werden während der Produktion Proben gezogen, die abschließend zu Spritzgussplatten verarbeitet werden. Nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur werden diese visuell begutachtet sowie mit einem

Laborspektrometer analysiert. Es vergehen somit Stunden zwischen Probenahme und Messung. Diese Methode ist auch im Bereich der Farb Rezeptierung Stand der Technik. Dadurch ist es möglich, gegebenenfalls mit mehreren Korrekturen, bei neuen Produkten oder Rezepturen den gewünschten Farbton möglichst genau an die Anforderungen und Kundenwünsche anzupassen. In einer laufenden Produktion wird die Charge in der Regel nach Begutachtung einer Stichprobe, die die Qualitätsparameter einhält, freigegeben. Tritt jedoch eine zu große Abweichung auf, ist die in dieser Zeit produzierte Menge Ausschuss. Um die Zeitverzögerung und somit die Produktion von Ausschuss bei einer eingestellten Farbe möglichst

gering zu halten, muss eine Methode gewählt werden, die eine prozessnahe Kontrolle in kurzer Zeit ermöglicht.

Inline, online und atline einsetzbar

Für die prozessnahe Qualitätskontrolle bestehen mehrere Möglichkeiten. Dabei wird zwischen Methoden, die im Prozess messen (inline), Messungen in einem Bypass (online) und Messungen nahe am Produktionsort (atline) unterschieden (**Bild 1**). Mit dem Ziel, möglichst prozessnah und flexibel zu messen, hat die ColorLite GmbH gemeinsam mit dem SKZ – das Kunststoff-Zentrum im Rahmen eines Förderprojekts ein Messkonzept in einem Prototyp umgesetzt, der sowohl inline, online als auch atline eingesetzt werden kann.

Das System besteht aus einem Spektralphotometer mit einer externen Messeinheit, die mit einer Messkammer verbunden ist. Die Messeinheit ist über einen Lichtwellenleiter und elektrische Leitungen mit der Zentraleinheit verbunden und in einem separaten kleinen Schaltschrank untergebracht. Ebenfalls in diesem Schaltschrank befindet sich der Industrie-PC mit Touchscreen zur Bedienung des Geräts. Er kann über eine industrielle Schnittstelle auch an das Prozessleitsystem der Produktion angeschlossen werden.

Mobile Messgerätevariante

Das zu messende Granulat wird mit weißem Licht aus einem Array von LEDs beleuchtet. Ein optisches System bildet das von der Probe reflektierte Licht auf einen Lichtleiter ab und leitet es zur Auswerteeinheit. Dort wird es von einem Gitterspektrometer spektral analysiert. Bei der Messung stark strukturierter Oberflächen ist eine diffuse homogene Beleuchtung sehr wichtig. Diese wird unter anderem durch eine Bariumsulfat-Beschichtung auf der Innenseite des Messkopfs erzeugt.

Für Inline-Anwendungen wird die verwendete Messkammer oberhalb der Dosierung eingebaut und kann somit 100 % des eingesetzten Masterbatches kontrollieren. Die Zufuhr erfolgt beim Prototyp über einen Saugförderer (Typ: Metro HLI 50-1-A220-0, Hersteller: Motan ColorTronic). Prinzipiell ist dieser Aufbau auch für Online-Anwendungen geeig-

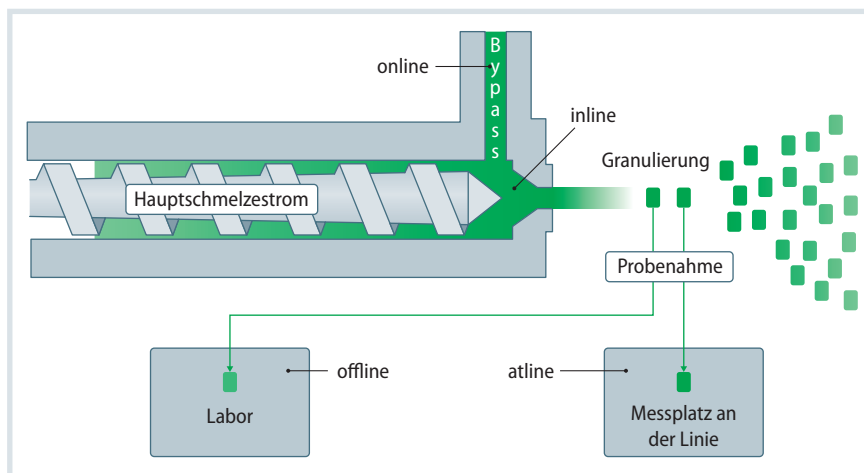


Bild 1. Überblick über die Messmethoden anhand eines Compoundier-Prozesses: Inline-, Online- und Atline-Messungen sind prozessnahe Analysemethoden. Quelle: SKZ; Grafik: © Hanser

net. Bei diesen können stichprobenartig sowohl die eingesetzten Edukte als auch das granulatförmige Endprodukt geprüft werden.

Das SKZ hat außerdem speziell für flexible Atline-Anwendungen eine Unterkonstruktion entworfen, die den Prototypen mobil macht (**Bild 2**). Diese ermöglicht Messungen ohne Mehraufwand unmittelbar an jeder Extrusionslinie. Dadurch ist die Zeitverzögerung zwischen Produktion und Messung sehr gering, was einen eventuellen Ausschuss minimiert.

Automatisch messen in den üblichen Farbräumen

Die Messkammer verfügt über einen Füllstandsensoren (Typ: KG5306, Hersteller: IFM Electronics), der die Messung automatisch auslöst, sobald die Messkammer vollständig befüllt ist. Nach der Messung wird das Schüttgut über eine hydraulische Falltür ausgeschleust. Bei der Messung wird mit einem Messfleck von 120 mm die Reflexion im Wellenlängenbereich von 400 bis 700 nm erfasst. Dieser bildet in etwa den sichtbaren Wellenlängenbereich ab. Über diese Methode können neben den aufgezeichneten Spektraldaten die üblichen Farbräume (CIE-Lab, LCh, etc.) abgebildet werden. Zu den erfassten Daten zählt auch die Temperatur der Schüttgüter, die über den zusätzlich verbauten Infrarottemperatursensoren (Typ: CS LTH, Hersteller: Optris) überwacht wird. Die eigens für das Projekt von ColorLite entwickelte Software ColorDaTra über-

Info

Text

Julia Klein ist seit 2 Jahren in der Forschungsgruppe Spektroskopie am Kunststoff-Zentrum (SKZ) in Würzburg tätig; j.klein@skz.de

Dr. David Pryor ist Geschäftsführer der ColorLite GmbH; dpryor@colorlite.de

Dr. Linda Mittelberg ist seit 5 Jahren am SKZ tätig und leitet die Forschungsgruppe Spektroskopie.

Prof. Dr. Martin Bastian ist Institutsdirektor des SKZ.

Dank

Dieses Projekt wurde über die AiF im Rahmen der ZIM-Projektförderung (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert. Die Autoren bedanken sich für die Unterstützung.

Im Profil

Die 2003 gegründete ColorLite GmbH mit Sitz im niedersächsischen Katlenburg-Lindau hat sich auf die spektrale Farbmesstechnik spezialisiert. Das Unternehmen bietet Inline-Lösungen für ein breites Spektrum von Anwendungen wie Folien-, Extrudat-, Granulat- und Pulvermessung. Zum Produktangebot gehören auch mobile und stationäre Spektralphotometer.

www.colorlite.de

Literatur & Digitalversion

Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter

www.kunststoffe.de/onlinearchiv

Bild 2. Bei einem der Prototypen handelt es sich um eine mobile Variante, die sich etwa für Atline-Messung einsetzen lässt. © SKZ

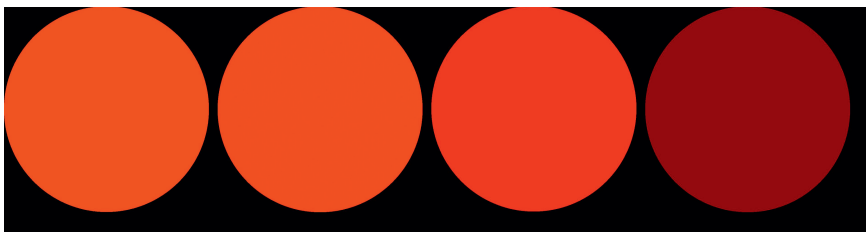
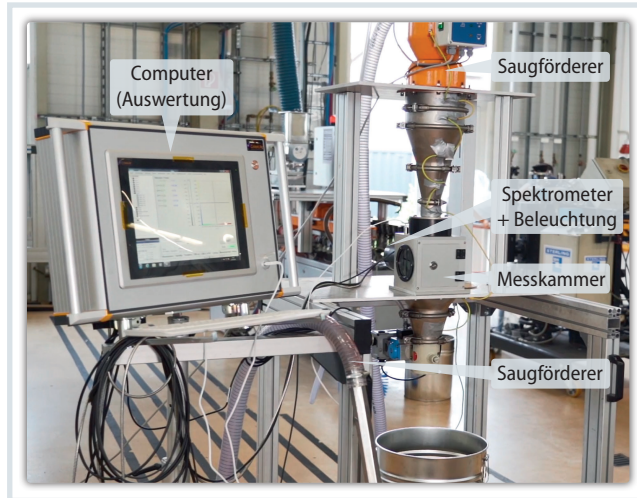


Bild 3. Eine temperaturbedingte Farbänderung, die sogenannte Thermochromie, ist bei roten Farbstoffen weit verbreitet. © SKZ

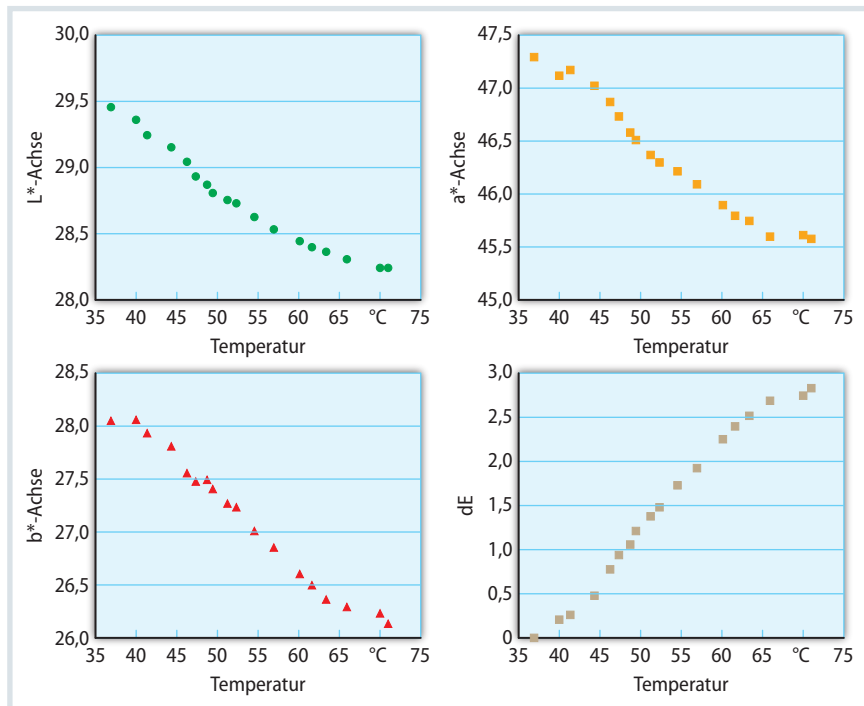


Bild 4. L*, a*, b*- und dE-Werte von Granulat (Maxithen Rot) bei unterschiedlichen Temperaturen: Bei zunehmender Temperatur kommt es zu einer deutlichen Änderung bei allen Werten.

Quelle: SKZ; Grafik: © Hanser

nimmt die Ansteuerung der Sensorik, die Auslösung und Durchführung der Messung und die Ausgabe und Darstellung der Messdaten. Sämtliche Messungen erfolgen automatisch mit den ge-

wünschten Einstellungen. Lediglich die Kalibrierung zu Beginn des Messtags muss noch von Hand durchgeführt werden. Diese ist jedoch mit wenig Aufwand verbunden.

Kommt es zu Schwankungen bei der Temperatur, treten thermochrome Effekte auf, die das Messergebnis beeinflussen. Thermochromie bezeichnet die Eigenschaft eines Stoffes, eine temperaturabhängige Farbänderung zu zeigen [3]. Der Effekt ist auf die Änderung der Kristallstruktur des Pigments zurückzuführen. Bei Farbmessungen im Labor, die oft nach DIN 5033-4 erfolgen, muss deshalb die Temperatur der Probe und des Labors konstant gehalten werden. Häufig führt Thermochromie bei erhöhter Temperatur zu einer dunkleren und weniger bunten Farbe (Bild 3). Gerade rote Pigmente sind sehr thermochrom. Bei einer Temperaturdifferenz von 20 °C ist bereits eine Farbdifferenz dE von 2 möglich (Bild 4).

Thermochromie im Blick

Temperaturschwankungen über den Tag hinweg sind in Produktionshallen nicht unüblich. Die Proben temperatur kann sich zudem stark unterscheiden. Beispielsweise kann ein frisch produziertes Granulat, je nach Granulierung und Abschlagsart, noch Temperaturen von 70 °C aufweisen. Somit ist eine Überwachung der Temperatur essenziell, um thermochrome Effekte gegebenenfalls zu korrigieren. Da jedes Pigment eine andere Thermochromie aufweist, sind für solche Korrekturen Kalibrierreihen notwendig [4].

Granulate ohne große Abweichungen analysierbar

Granulate unterscheiden sich stark von spritzgegossenen Platten. Beim Kaltabschlag kann es zum sogenannten Weißbruch kommen. Bei diesem scheinen die Kanten des Granulats weiß. Zudem spielt die Schüttung der Granulatkörner eine Rolle bei der Messung. Dank des großen Messflecks des entwickelten Systems, über den eine Messung gemittelt wird, wirken sich diese Unterschiede zu Platten kaum auf die Messergebnisse aus. Die ermittelten Lab-Werte und deren Standardabweichung sind vergleichbar mit einem Benchtop-Spektrometer (Bild 5). Auch die Zykluszeiten sowie die gemessene Menge an Schüttgut sind konsistent über mehrere Messzyklen. Somit werden genaue und präzise Messungen prozessnah gewährleistet.

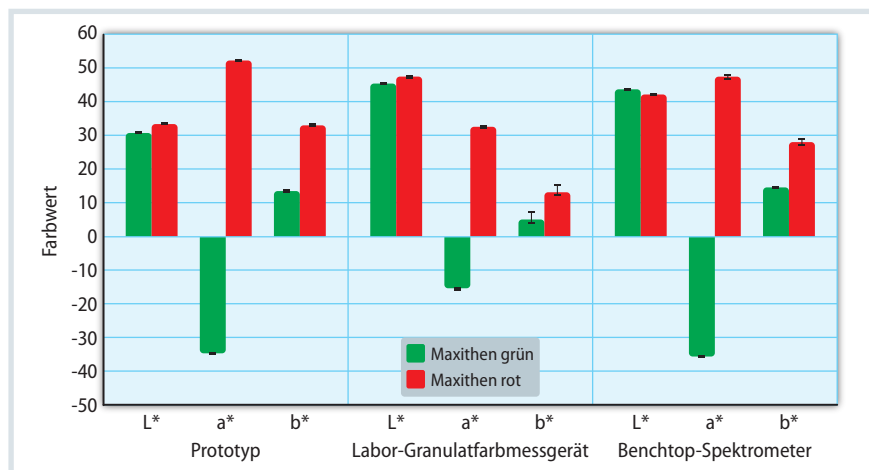


Bild 5. Vergleich der L*-, a*-, b*-Werte des entwickelten Prototyps mit unterschiedlichen Messgeräten an den zwei Materialien Maxithen Grün und Maxithen Rot: Der Prototyp kommt auf ähnliche Werte wie das Benchtop-Spektrometer. Quelle: SKZ; Grafik: © Hanser

Fazit und Ausblick

Die dauerhafte Überprüfung der Farbe während eines Produktionsprozesses ist sinnvoll, um diesen qualitativ zu verbessern. Die stichprobenartige Laboranalytik ist zwar für die Farbzuordnung geeignet, jedoch weniger für die laufende

Prozesskontrolle. Ein von ColorLite und dem SKZ entwickelter Prototyp ermöglicht die prozessnahe und schnelle Bestimmung der Farbe von Schüttgütern. Der Prototyp ist für Inline-, Online- und Atline-Messungen verwendbar. Durch den flexiblen Aufbau sind Wareneingangs- und Produktkontrollen möglich.

Neben der Farbkontrolle spielt auch die Überwachung der Temperatur aufgrund der Thermochromie einiger Farbstoffe eine wichtige Rolle. Vorangegangene Untersuchungen haben gezeigt, dass es möglich ist, das thermochrome Verhalten von Proben zu berechnen [4]. Durch die Kompensation der Thermochromie können im Betrieb sehr genaue Farbwerte erfasst werden. Anhand der Werte lassen sich rechtzeitig Maßnahmen ergreifen, um die Verunreinigung einer Charge zu verhindern.

Der entwickelte Prototyp ermöglicht eine flexible Lösung für die automatische und prozessnahe Kontrolle von Farbe. Die Zeitverzögerung zwischen Probenahme und Messung liegt bei wenigen Minuten. Deshalb kann sofort auf Prozessschwankungen reagiert und dadurch der Ausschuss minimiert werden. Da keine Probenvorbereitung benötigt wird, können Messungen in kurzen Zeitabständen durchgeführt werden. Zudem schließt die automatisierte Messung und die eigens entwickelte Software Bedienfehler aus. ColorLite überführt den Prototypen gegenwärtig in ein marktreifes Gerät. ■

Orange für technische Kunststoffe

Farbstabil auch bei 300 °C

Milliken hat auf der K 2022 einen orangefarbenen Hochleistungsfarbstoff für technische Polymere vorgestellt. Das XTR 9798 genannte Additiv entstammt der Resist-Produktreihe des Unternehmens. Diese umfasst hochwertige Farbstoffe speziell für technische Kunststoffe. XTR 9798 ist der erste neue Farbton der Reihe. In Zukunft sollen weitere Farben wie Gelb, Rot, Blau und Grün hinzukommen.

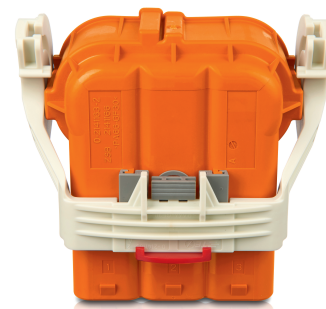
Bei XTR 9798 handelt es sich um ein hochchromatisches Orange, das speziell für die hohen Anforderungen in Elektrofahrzeugen entwickelt wurde. Es soll sich deshalb unter anderem auch für Hochspannungsbatterieanschlüsse eignen.

Mit dem Farbstoff soll die Einfärbung von verschiedenen Hochleistungspolymeren, darunter Polyamid 6 (PA6), PA66, PA46, Polybutylenterephthalat (PBT), Polyphthalamid (PPA) und Polysulfon (PSU), in dem üblichen orangefarbenen Farbton RAL 2003 mög-

lich sein. Milliken zufolge bietet der Farbstoff eine sehr gute Einfärbleistung und ist mit anderen Hochleistungsadditiven und Füllstoffen wie Glasfasern und -perlen, halogenhaltigen und -freien Flammenschutzmitteln sowie kurz- und langfristigen Hitzestabilisatoren kompatibel.

Laut dem Unternehmen erfüllt er außerdem die Farb- und Leistungsanforderungen von Kurz- und Langzeittests zur thermischen Stabilität, beispielsweise über 1000 Stunden bei einer Temperatur von 120 °C. Der Farbstoff soll eine konsistente und stabile orangefarbene Färbung von technischen Thermoplasten bereits bei geringerer Beladung ermöglichen. Er bietet Milliken zufolge außerdem eine verbesserte Witterungsbeständigkeit und eine sehr gute Lichtechtheit unter UV-Belichtung.

XTR 9798 verfügt laut dem Unternehmen ebenfalls über eine sehr gute



Der Farbstoff für technische Kunststoffe ist auch bei hohen Temperaturen langzeitstabil.

© Milliken

thermische Stabilität bei Temperaturen von bis zu 300 °C und höher. Relevant ist das gerade für PA und andere hocherhitzbare technische Polymere. Sie werden häufig bei hohen Temperaturen verarbeitet und für anspruchsvollen Elektro-, Automobil- und Industrieanwendungen verwendet, bei denen die Temperaturbelastung für das Material hoch ist.

www.milliken.com